<36634825560017

<36634825560017

Bayer. Staatsbibliothek

4° Phys. g. 105.-1,2

m

R

SYSTEMATISCHE DARSTELLUNG

ALLER

ERFAHRUNGEN

ÜBER

ALLGEMEINER VERBREITETE

POTENZEN

VON

LUDWIG VON SCHMIDT, GENANNT PHISELDECK

DER ARZNEIKUNDE DOCTOR, DER KORRESPONDIRENDEN GESELLSCHAFT SCHWEIZER-ÄRZTE UND WUNDÄRZTE ZU ZÜRICH, DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT DASELBST, UND DER HERZOGL. MINERALOGISCHEN SOCIETÄT ZU JENA EHRENMITGLIED, UND DER LETZTERN ORDENTLICHEN AUSWÄRTIGEN ASSESSOR.

ZWEITER BAND

MIT SECHS KUPFERTAFELN VON XII BIS XVII.

ARAU 1807.

IN COMMISSION BEI HEINRICH REMIGIUS SAUERLÄNDER.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

VORERINNERUNG.

Mit Vergnügen lege ich dem Publikum hier den zweiten Band vom ersten Theile des Meyerschen Werks vor. Ich hoffe mich in demselben nicht ganz umsonst bemühet zu haben, so wohl dem mit dem ersten Bande vorgelegten Plane genau zu folgen, als den abgehandelten Gegenständen, so weit es die Bibliothek, deren Benutzung mir verstattet war, erlaubte, den möglichsten Grad von Vollständigkeit zu geben. Specielle Erörterungen über den zweiten Band verschiebe ich wegen seiner genauen Verbindung mit den noch folgenden Bänden desselben Theils bis zu dem Erscheinen des letzten Bandes der Erfahrungen über die allgemeiner verbreiteten Potenzen, vor dessen Inhalte ich dann auch das, was bis dahin über den ersten Theil in öffentlichen Recensionen mögte erschienen sein, zu würdigen suchen, und alles, was zu Folge meiner eigenen Ansicht nach genauer Prüfung des Ganzen des ersten Theils, bei der ich alle mir zukommende Privaturtheile möglichst zu benutzen denke, noch mangelhaft ist, öffentlich rügen werde.

Bis jetzt ist uns eine öffentliche Critik des ersten Bandes noch nicht zu Gesicht gekommen, ob wir gleich in Privatbriefen von einigen der verdientesten Naturforscher, unter denen ich nur einen v. Crell von Helmstädt, Klaproth von Berlin, Berthollet von Paris, Pictet von Genf, Voigt von Jena nenne, ihres ganzen Beifalls, sowohl in Hinsicht auf das Unternehmen, als die Ausführung im ersten Bande versichert sind.

Vorläufig will ich hier noch, um unsern Critikern eine Deduction zu ersparen, auf eine kleine künftig vorzunehmende Verbesserung aufmerksam machen, die dem Liebhaber des Werks gewiss nicht ganz unwichtig scheinen wird. In dem ersten Bande sind für den, welcher das einzelne Verhalten nur unter den eingeschränktesten bestimmtesten Bedingungen nach Belieben, ohne sich

mit dem Verhalten derselben Substanzen unter andern Bedingungen beschäftigen zu müssen, gleich auffinden zu können wünscht, zu wenig Ruhepunkte unter den einzelnen Artikeln. Gewissermaſsen ist diesem Uebelstande nun schon in dem vorliegenden Bande, und noch mehr im dritten durch häufige kurz den Inhalt der einzelnen Verhandlungen anzeigende Aufschriften abgeholfen. Da diese aber doch mitten im Texte sind, und die sie auszeichnende Druckschrift auch bei den Namen der Autoren gebraucht ist, so können bei einer schnellen Durchsicht diese untersten Abschnitte dennoch dem Auge leicht entgehen. Deshalb soll bei Allem, was von dem Werke auf den dritten Band des ersten Theils, welcher, da er schon bis über die Hälfte abgedruckt ist, für sich diese Verbesserung nicht mehr zuläſst, folgt, der Inhalt der einzelnen Untersuchungen kurz an dem Rande angedeutet werden, wodurch wir denn die möglichste Bequemlichkeit der Uebersicht gegeben zu haben denken. Wäre zum Beispiel der Artikel Wasser und Galvanismus. (B. I. p. 429 f.) jetzt noch zu geben, so würde man an dem Rande die Abtheilungen, Leitungsfähigkeit des Eises: Leitungsfähigkeit des flüſsigen Wassers: Gashervorbringen aus dem Wasser: Wärmeentwickelung: Entbindung von Säure und Laugensalz: Verhalten des Elektrometer finden. Da nun über jeder Seite die Hauptabtheilung Galvanismus und Wasser befindlich ist, und auf die angegebene Weise der Rand einer jeden Seite die specielle Inhaltsanzeige liefern würde, so wäre für die schnelle Uebersicht alles, was man nur wünschen könnte, gethan.

Uebrigens versichere ich noch, daſs zur Vervollständigung der Meyerschen Bibliothek keine Kosten und Mühe gespart werden, und man in den folgenden Bänden immer gröſsere Vollständigkeit, besonders auch in Hinsicht auf Vorschriften zur technischen Benutzung der wissenschaftlichen Erfahrungen, sicher zu erwarten hat.

Biberstein bei Aarau, am 13. März, 1807.

Dr. von SCHMIDT, gen. PHISELDECK.

SPECIELLE

INHALTSANZEIGE

DES ERSTEN THEILES ZWEITEN BANDES.

	Seite.
Attribute der Kohle	3
Gewinnung der Kohle	3
Innere Beschaffenheit der Kohle	3
Technische Anwendung der Kohle	3 — 4
Hypothesen üb. die Natur d. Kohle	4
Attribute des Diamants	4 — 14
Geschichte des Diamants	14 — 18
Hypothesen über die Natur des Diamants	18 — 19
Technische Anwendung d. Diamants	19
Diamant und Licht	19 — 22
Kohle und Wärme	22 — 30
Kohle und Feuer	31 — 32
Diamant und Wärme	32 — 46
Diamant und Feuer	46
Kohle und Elektricität	47 — 49
Diamant und Elektricität	49 — 50
Kohle und Galvanismus	50 — 51
Diamant und Galvanismus	52
Kohle und Magnetismus	52
Diamant und Magnetismus	52
Kohle und Gasarten	52
Kohle und Sauerstoffgas	53
Attribute des kohlensauren Gas	53 — 56
Gewinnung und Geschichte des kohlensauren Gas	56 — 57
Hypothesen über die Natur des kohlensauren Gas	58
Klang im kohlensauren Gas	58
Attribute des gasförmigen Kohlenoxyds	59
Geschichte des gasförmigen Kohlenoxyds	59
Gewinnung des gasförmigen Kohlenoxyds	60
Kohlensäure und Kohle	61
Kohlenoxyd und Licht	61, 81 — 84
Kohle, Sauerstoffgas u. Wärme	61 — 84
Kohle, Sauerstoffgas u. Elektricität	84 — 94
Kohle, Sauerstoffgas u. Galvanismus	91 — 95
Kohlensäure und Magnetismus	95
Diamant und Sauerstoffgas	95
Diamant, Sauerstoffgas u. Feuer	95 — 109
Diamant und Kohlensäure	109 — 110
Kohle, Wasserstoffgas u. Licht	110
Kohle, Wasserstoffgas u. Wärme	110 — 112
Attribute des gekohlten Wasserstoffgas	112 — 117
Geschichte des gekohlten Wasserstoffgas	113 — 115
Kohle, Wasserstoffgas und Elektricität	117 — 119

Seite.

Kohle, Wasserstoffgas und Galvanismus - - - - 119
Kohle, Wasserstoffgas u. Sauerstoffgas - - - - 119—134
Diamant und Wasserstoffgas . 134
Kohle und Wasser . . 134—136
Kohle, Wasser und Wärme 136—145
Kohle, Wasser u. Galvanismus 145—147
Kohle, Sauerstoffgas u. Wasser 147—171
Kohlensäure, Wasser und Elektricität 171—172
Kohlensäure, Wasser und Galvanismus 172
Kohle, Wasser und Wasserstoffgas 172—174
Diamant und Wasser . 174—175
Kohle und Stickgas . . 175—178
Kohle, Stickgas u. Sauerstoffgas 178—182
Kohle, Stickgas u. Wasserstoffgas 182—183
Stickgas, Diamant und Sauerstoffgas 183
Attribute der atmosphärischen Luft 183 — 222 246 — 248, 280—296, 307—316, 334—342
Hypothese über die Ursache der Himmelsbläue (Note) . 184—187
Kyanometer (Note) . . . 187
Einrichtung und Geschichte des Barometer (Note) . . 195—245

Seite.

Einrichtung und Geschichte der Luftpumpe (Note) . . 248—273
Geschichte und Einrichtung der Windbüchse (Note) . 286—287
Hypothesen über die Ursachen der Winde (Note) . . 291—302
Anemoskop und Anemometer (Note) 302—306
Hypothesen über die atmosphärische Elektricität (Note) 307—308 u. 316—913
Blitzableiter (Note) . . 308—313
Luftelektrometer (Note) . 319—334
Thermoskope und Thermometer (Note) 342—360
Ueber die Mischung der atmosphärischen Luft 360—364 u. 389—391
Hygroskope und Hygrometer 364—386
Anthracometer . . . 385—389
Ueber die Reinigung der Atmosphäre . 390—391 u. 418—419
Ueber die Form der Erdatmosphäre 391
Ueber die Veränderung der Schwere der Atmosphäre oder die Barometerveränderungen 392 ff.
Kurze allgemeine Geschichte der Versuche die Atmosphäre zu zerlegen 412—420

ERSTER THEIL.

ALLGEMEINER
VERBREITETE POTENZEN.

ZWEITER BAND.

I. Kohle; Charbon; Carbo.

Die Kohle ist eine schwarze, feste, spröde, geruch und geschmacklose, poröse Substanz (*Fischer's* phys. Wörterb. B. III. p. 136; *Hildebrandt's* Encyclopädie der Chemie, Thl. I. Heft 6. p. 1096; *Klose's* Pharmacologie, Thl. II. B. I. p. 151).

Das specifische Gewicht derselben ist nach *Hielm* 0,280 bis 0,441 (bei *Fischer* a. a. O. B. IV. p. 515). 1) 2) 3) 4)

1) *Man erhält die Kohle als Produkt beim Verbrennen aller organischen Körper ohne Ausnahme, vorzüglich des Holzes, bei gehindertem Zutritte der atmosphärischen Luft, oder bei der trocknen Destillation derselben als Rückstand. Rührt sie aus festen Körpern her, so hat sie noch merklich die Struktur und das Gewebe derselben an sich.*

2) Die gewöhnliche Kohle enthält auch Erde, Kali, die Basis des Wasserstoffgas, und die des Sauerstoffgas. Nach *Berthollet* (*Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. IX. p. 344, und X. p. 672) enthält sie sehr viel Wasserstoff, und wenig Sauerstoff. Das, was nach der Abstraction von diesen die Kohle begleitenden Dingen übrig bleibt, und als das die Kohle zu einer eigenthümlichen Substanz Machende gedacht wird, das wir aber gewiss in seiner vollkommenen Reinheit nicht kennen, das Wägbare der nachher zu erwähnenden Kohlensäure, nennt man Kohlenstoff, *Carbonne*, *Carbonicum*; nach *Hassenfratz* und *Adet* (. Nach *Fourcroy* macht dieser Kohlenstoff mehr als 3/4 der Kohle aus.

3) Am häufigsten werden im gemeinen Leben die Kohlen als Brennmaterial benutzt. Die vom harten Holze sind hiezu tauglicher, als die von weichem, vorzüglich werden die von Buchen und Birken geschätzt. Ihre grössere Tauglichkeit beruht besonders auch auf der vollkommneren Verkohlung. Man erkennt, dass sie gut verkohlt sind, theils daran, dass sie spröde sind, sich leicht zerschlagen und zerbrechen lassen, und beim Fallen auf Steine einen gewissen Klang geben, dann beim Brennen daran, dass sie (keine oder doch) nur schwache Flamme, und keinen Rauch geben. Sie müssen an einem trockenen Orte aufbe

Diamant, Demant; Adamas; Diamant. 1)

Der Diamant ist der schönste unter allen Edelsteinen. Ist er rein, so ist er vollkommen durchsichtig, (*Hildebrandt* in s. *Commentatio chemica de metallorum nobilium puritate arte paranda*, Erlang. 1798. p. 16. und Encyclop. der Chemie, Th. I. p. 191; *Brisson* über die specif. Gewichte, a. d. Franz. von *Blumhof*, p. 57; *Gehler's* phys. Wörterb. B. I. p. 575; *Fischer's* phys. Wörterb. B. I. p. 675; *Thomson's* System d. Chem. Th. I. p. 57) und gleicht dem reinsten Krystalle, (bei *Gehler* a. a. O. I. p. 575; *Fischer* I. p. 615; *Thomson* a. a. O. I. p. 57), nur daſs er ungleich glänzender ist. (*Thomson* a. a. O. I. p. 57). *Bourguet* sagt, (chem. Wörterb. B. I. p. 389) wenn er seine natürliche Oberfläche besitze, so sei er selten durchsichtig, gewöhnlich durchscheinend oder halb durchsichtig. Nach *Hildebrandt* (Encyclopädie, I. p. 191) und *Gellert* (Metallurgische Chemie, I. p. 17) sind die

wahrt werden; wenn sie naſs sind, so hindert dies ihr Brennen bis das Wasser meist verdunstet ist, auch sprengt das im Innern eingesperrte Wasser, indem es schnell zu Dunst wird, die Kohle mit einem knallenden Stoſse aus einander. Doch ist es nicht nachtheilig, wenn sie einige wenige Feuchtigkeit enthalten, indem die Flamme des daraus sich entwickelnden Wasserstoffgas die aufgeworfenen noch nicht brennenden Kohlen entzünden hilft. Ueber die Art und Weise, wie die Verkohlung der verbrennlichen Körper anzustellen ist, um recht gute Kohlen zu erhalten, können wir uns hier nicht einlassen, es gehört in eine eigene Anweisung für Kohlenbrenner. Den ausgeglüheten Kohlenstaub gebraucht man auch, seit *Lowitz's* Entdeckung, als Fäulniſs verhütendes Mittel, zum Reinigen des verdorbenen stinkenden Wassers, der kalischen und mittelsalzigen, durch anhängende organische Theile gefärbten Laugen, der Oele — Der zu diesem Zweck bestimmte muſs von gut verkohlten, keine Holztheile mehr enthaltenden, am besten von harten, Kohlen, in einem reinen eisernen Mörser fein gestoſsen, erhalten, und dann in wohl bedeckten Probirtuten bis zum Weiſsglühen der Gefäſse ausgeglühet werden; man darf bei diesem Ausglühen die Gefäſse nicht eher öffnen, bis sie völlig erkaltet sind, damit keine Entzündung des Kohlenstaubs und Asche entstehe. — Bei den einzelnen in dieser Hinsicht mit Kohle behandelten Substanzen werden wir noch öfters Gelegenheit nehmen, diese Wirkung der Kohle zu detailliren. — Auch in der Färberei wird die Kohle als schwärzendes Mittel häufig angewandt, da aber ihre Brauchbarkeit zu diesem Zwecke nach den verschiedenen Substanzen, aus denen sie erhalten wird, verschieden ist, so kann sie uns hier weiter nicht beschäftigen. — Der mannigfaltige Gebrauch derselben in der Werkstatt des Chemikers und Physikers wird uns in dem Folgenden häufig unterhalten.

4) Nach der Hypothese der Antiphlogistiker ist das reinste Kohlensubstrat, von dem man sich alles Fremdartige, nicht für sich Eigenschaften der Kohle Zeigende, hinweggedacht hat, eine einfache Substanz (Kohlenstoff); nach Andern aus Kohlenstoff und Lichtstoff zusammengesetzt; die Stahlianer finden ihr Phlogiston darin; nach *Bartels* soll die reine Kohle aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen. Die gangbarste Meinung ist, daſs die von allen fremdartigen erdichten, salzichten und metallischen Theilen befreite Kohle aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehe, daſs ihr aber immer eine Portion Wasser anhänge, von der sie sehr schwer zu befreien sei.

1) *Der Nahme ist aus dem Griechischen* ἀδαμας *abstammend. Vor Alters sagte man im Deutschen auch Ademant.*

meisten farbenlos; nach *Gehler* (a. a. O. p. 576) sind die meisten nicht ganz weiſs, sondern spielen in gelblichte, röthlichte und blaulichte Farben, die von metallischen Beimischungen herzurühren scheinen. *Brisson* sagt, (a. a. O. p. 60.) auſser den weiſsen, welche die gewöhnlichsten seien, finde man auch welche von verschiedenen Farben. So kenne er rothe, rosenfarbene, orange- oder dunkelgelbe, gelbe, grüne und blaue. Von dem rothen Diamant habe er jedoch nur ein sehr kleines Stück gesehen. Nach *Fourcroy* (*Système des connaissances chimiques*, T. I. p. 205; *Encyclop. méthodique par ordre de matieres, Chim.* Vol. IV. part. 1. p. 152.) haben einige Adern, Flecken, Nebel. Nach *Gellert* (a. a. O.) fallen einige in die gelblichte, blaulichte und grünlichte Farbe; nach *Hildebrandt* (Encyclop. I. p. 191) sind einige in allerlei Farben blaſs gefärbt. *Fischer* sagt, (a. a. O. I. p. 675) die schönsten Diamanten seien ohne Flecken und einfarbig; die gewöhnliche Farbe der rohen Diamanten sei blaſsgrau, welche sich oft ins Gelbe ziehe, zuweilen zitronengelb, selten rosenroth, und noch seltener grün oder blau, häufiger blaſsbraun. Nach *Bourguet* (chem. Wörterb. I. p. 388) wird er am häufigsten von einer grünlichten und blaſs rauchgrauen Farbe gefunden, zuweilen auch zitronengelb, seltener rosenroth, höchst selten zeisig lauchgrün und blau, ziemlich häufig blaſs nelkenbraun.

Die rohen Diamanten sind im Naturstande nicht mit dem Glanze und der Politur versehen, welche ihrer Oberfläche durchs Schleifen gegeben wird, sondern diese ist gewöhnlich mit einer erdichten Rinde überzogen, nur die der aus Flüssen gewonnenen ausgenommen, wo diese Rinde abgerieben ist (bei *Gehler* a. a. O. p. 575; bei *Fischer* B. I. p. 676).

Der Diamant ist der härteste unter allen Edelsteinen, (*Valentin Kräutermann* in s. neu vermehrten historisch-medizinischen *Regnum minerale etc.* Frankfurt und Leipzig 1726. p. 152; *Gellert* a. a. O. p. 17.) ja unter allen bekannten Körpern. (*Brisson* a. a. O. p. 57; *Fourcroy Système des Conn. chim.* I. p. 205 u. 206, *Encyclop. méthod.-Chim.* Vol. IV. Part. I. p. 152; *Hildebrandt* in s. Encyclop. der Chemie, Th. I. p. 191). Der noch so wohl gehärtete Stahl greift ihn nicht an, (bei *Thomson* a. a. O. Th. I. p. 575; bei *Fischer* a. a. O. Th. I. p. 675).

Junker sagt: (*Conspectus chemiae theoretico practicae etc.*; teutsche Ausgabe, Th. I. Halle 1749. p. 361.) es lassen sich die kleinen Diamanten in einem eisernen Mörser, ob sie gleich härter sind, als Eisen, zu Staub zermalmen.

Lavoisier bemerkt, (phys. chem. Schrift, B. II. p. 208) der Diamant werde nicht leicht zu Staub, und greife die Werkzeuge nothwendig an, deren man sich ihn zu zertrennen bediene.

Nach *Gehler* (a. a. O. B. I. p. 575) sind die Diamanten von Natur krystallisirt, und die gewöhnlichste Form dieser Krystalle ein Octaeder, doch ist sie vielen Unregelmäfsigkeiten unterworfen. Nach *Fischer* (a. a. O. B. I. p. 676) und *Bourguet* (B. I. p. 389. a. a. O.) kommen die natürlichen Diamanten gewöhnlich in runden und stumpfeckichten Körnern, nach *Fischer* seltener in doppelt vierseitigen Pyramiden, in flachen doppelt dreiseitigen Pyramiden, oder in rundlichen zwölfseitigen Krystallen, welche niedrige sechsseitige Säulen, die an den Enden mit drei Flächen zugespitzt sind, zu sein scheinen, vor. Nach *Bourguet* findet man ihn nicht selten krystallisirt, und zwar in kleinen doppelt vierseitigen Pyramiden mit abgestumpften Kanten, an der gemeinschaftlichen Grundfläche in sehr flachen doppelt dreiseitigen Pyramiden, mit cylindrischen Seitenflächen, in niedrigen, sechsseitigen Säulen, welche mit drei Flächen zugespitzt sind. Die Oberfläche der Krystalle ist nach ihm gewöhnlich rauh, selten glatt, und die Krystalle haben auf der Oberfläche bei weitem keinen so starken Glanz, als inwendig. Nach der Angabe des Grafen *v. Bubna* (*Lichtenberg's* Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. B. III, Stück 2, p. 45) besafs der Graf *v. Aranda* einen Stein von etwa 10 Gran, der eine sechsseitige dem Quarz vollkommen ähnliche Gestalt hatte, und einen andern, der aus drei zusammenhängenden kleinen sechsseitigen Krystallen, die auf's Genaueste an einander hingen, zusammengesetzt war. Nach *Hildebrandt* (Encyclop. I. p. 191) findet man ihn theils „ungeformt", theils krystallisirt, den Ostindischen in doppelt vierseitigen Pyramiden, den Brasilianischen in Dodekaedern mit rautenförmigen Flächen. *Thomson* sagt, er komme in abweichender Gestalt vor, gewöhnlich als sechsseitiges, von einer sechsseitigen Pyramide begränztes, Prisma krystallisirt. Nach *Brisson* (a. a. O. p. 57) ist der Diamant entweder von achteckichter Form, und hier hat er acht Flächen, oder von zwölfeckichter, wo die Zahl der Flächen zwölf ist. Die erstern nennt man, ihm zu Folge, orientalische, oder auch amerikanische. Die achteckichten bestehen aus zwei Pyramiden, deren vier Seiten gleichwinklichte Dreiecke sind, die etwas convex, und einander auf der Grundfläche entgegengesetzt sind. Diese Form läfst sich sehr oft auf eine Zahl von 24 Flächen, ja oft selbst auf 48 bringen, welche Flächen alle etwas convexe Triangel sind. Die 12 Flächen der andern bestehen jede aus einem etwas convexen Rhombus. Er bemerkt zugleich, dafs man auch rohe Diamanten von unregelmäfsigen Gestalten finde, wo aber verschiedene Umstände Schuld seien, dafs sie die ihnen natürliche Gestalt nicht haben annehmen können. Nach *d'Andrada* (*Voigt's* Magaz. für das Neueste aus der Physik, B. IX. St. 2. p. 51) ist die Figur des brasilischen Diamants sehr verschieden. Einige stellen Octaedern vor, welche aus der Verbindung zwei tetraedrischer Pyramiden entstanden sind. Dies ist der

Adamas octaedrus turbinatus Wallerii, oder der *Diamant octaèdre* des *Romé de l'Isle.* Diese finden sich fast immer in der Rinde der Gebirge. Andere sind fast rund, entweder von einer eigenen Art von Krystallisation, oder von dem Fortrollen. Sie gleichen der Art von orientalischen, welche die Portugiesen und Indianer *Reboludes* oder gerollte nennen. Noch andere sind länglicht, und scheinen der *Adamas hexaedrus tabellatus Wallerii* zu sein. Diese letztern beiden finden sich gewöhnlich in den Flufsbetten und Erdansätzen, welche ihre Ufer begleiten.

Fourcroy sagt (*Système des conn. chim.* T. I. p. 207; *Encyclop. méthodique - Chim.* Vol. IV. p. I. p. 153) Folgendes über seine Form: Man findet den Diamant in regelmäfsigen Octaedern, welches seine primitive Form ist: Die seiner *molecules* macht ein regelmäfsige Tetraeder. Der sogenannte sphärische Diamant hat 48 dreiwinklichte krumlinichte Flächen, und verdankt diese sonderbare Krystallisaliton einer regelmäfsigen Abnahme (*decroissement*), die *Hauy* berechnet hat. Die Steinschneider bemerken beim Schneiden desselben Stellen, wo er weit leichter zu spalten ist, welches sie die Diamanten spalten, (kleven, *cliver*) nennen. Die härtesten scheinen aus in einander verschlungenen Fibern gebildet zu sein: man nennt sie bei den Steinschneidern finnig (*diamans de nature*).

Brückmann beschreibt die Manier, nach der die Diamanten gespalten werden, welche er von einem Diamantklever aus Holland, einem Juden, gesehen hatte, (in *Crell's* Annal. der Chem. 1803. B. II. p. 187. f.) und die Beschaffenheit derselben im Bruche folgender Maafsen: Wenn ein Diamant soll gespalten oder geklevt werden, so wird solcher zuvor auf einen dünnen Stab gekittet, und der Diamantklever schneidet oder reibt mit einem andern. ebenfalls auf einen solchen Stab gekitteten Diamant eine zarte Ritze oder Kerbe auf die eine Fläche des Steins, setzt darin ein messerförmiges, eben nicht scharfes Eisen, schlägt darauf, und spaltet mit leichter Mühe den Diamant. Da, wo derselbe spaltet, haben seine Flächen einen reinen Spiegelglanz. Soll ein Diamant gespalten werden, so mufs das Instrument stets auf eine seiner Flächen gesetzt werden. Die Holländischen Steinklever nennen die Spitzen oder Ecken des Diamants die harte Huck (*Hock*) oder Pinte, aus dem Franz. *Pointe.* Es trift sich zuweilen, dafs zwei Diamantkrystalle mit ihren Flächen an einander sitzen, und fest mit einander verwachsen sind, welche die Franzosen *Macles* nennen. Diese Steine sind leicht zu erkennen, sowohl an ihrer Form, als auch an einer Kerbe, oder einem Einschnitte, da wo sie zusammengewachsen sind, und folglich einen sogenannten Zwillingskrystall bilden. Die Holländer nennen solche Steine Randsteine; sie sind da, wo sie zusammenstofsen, leicht zu spalten. Wenn ein Diamant seine vollkommene Krystallisation, oder nur noch die Spuren

derselben hat, so ist es dem Diamantklever leicht, zu beurtheilen, wo er sein Eisen ansetzen mufs, um den Stein vortheilhaft zu spalten; wenn aber der Diamant ein Kiesel, und seine Krystallform gänzlich verloschen ist, so mufs der Klever seine Kunst wohl verstehen, und die blättrige Fügung des Steins wohl zu beurtheilen wissen, um den Ort nicht zu verfehlen, wo sich der Stein spalten läfst. Dann und wann liegen die Blätter des Diamants unordentlich und verworren, wie bei einer Holzmaser; dieser kann dann weder ordentlich gespalten, noch durch das Schleifen ein schöner Stein werden, man nennt diese maserichte oder knotichte. Wenn ein Diamant zu einem ziemlich feinen Pulver zerrieben wird, und man solches unter ein vergröfserndes Linsenglas bringt, so sieht man, dafs dieses Pulver aus lauter kleiner Dreiecken besteht.

Fischer sagt, (a. a. O. I. p. 671) im Bruche sei der Diamant blättericht, und der innere Glanz desselben sehr stark schimmernd.

Gehler giebt an, (a. a. O. B. III. p. 913) nach *Musschenbroek* sei die specifische Schwere des Diamants = 3517; *Fischer* (a. a. O. B. IV. p. 511.) sie sei nach *Musschenbroek* = 3,521 bis 3,654; nach *Cavallo* (über die Natur und Eigenschaften der Luft, teutsche Ausgabe, p. 152) ist sie = 3,400 (Brunnenwasser = 1,00); nach *Kratzenstein* (Vorles. über Experimental-Physik, p. 82) und *Bourguet* (a. a. O. I. p. 389) nach einer Mittelzahl = 3,500 (Regenwasser = 1,000); nach *Fischer* (a. a. O. B. I. p. 676) 3,500 bis 3,521. *Ellicott* fand (*Crell's* neues chem. Archiv, B. III. p. 84) aus vielen Vergleichungen das mittlere Gewicht des brasilianischen Diamants 3,513, des orientalischen 3,519, und das mittlere Gewicht zwischen beiden 3,517. *Brisson* (a. a. O. p. 58. f.) prüfte mit seiner bekannten Genauigkeit auch das specifische Gewicht verschiedener Diamantsorten; seine erhaltene Resultate sollen jetzt folgen:

Morgenländischer Diamant (*diamant oriental*). Der von dem er Gebrauch machte, war der unter dem Namen Regent oder Pitt bekannte Diamant, der der Krone Frankreichs zugehörte. 1) Es ist dies ein Brillant

14'''

1) *Diesen kostbaren Edelstein trug ehemals der König von Frankreich als Hutknopf bei besondern Gelegenheiten. Ein gewisser* Pitt, *Gouverneur des Forts St. George, kaufte ihn für* 48000 *Pagoden*, = 20400 *Pf. Sterling; hierauf überschickte er ihn mit einem Frachtbriefe, datirt den 8ten Mart.* 1701 — 1702, *und dem Kapitain* John Hudson, *Commandeur des Schiffes, nur zu* 6500 *Pagoden angeschlagen, an* Sir John Sephen Evance *nach London. Man hielt ihn für den gröfsten Diamant in Europa, und er wog* 127 *Karat. Als er polirt war, hatte er die Gröfse eines kleinen Hünereis, der Abfall aber betrug* 8 *bis* 10000 *Pf. Nach* Lessels *Meinung*

14''' lang, über $13\frac{1}{4}$''' breit, und $3\frac{1}{3}$ Linien dick. Seine Gröſse, Schönheit, Glanz und Regelmäſsigkeit charakterisiren ihn als den einzigen in seiner Art. Er wiegt 7 Dr. $25\frac{1}{18}$ Gr. oder $529\frac{1}{18}$ Gr. Das Gewicht, welches er im destillirten Wasser verlohr = $150\frac{1}{4}$ Gran, folglich sein specifisches Gewicht = 3,5212. Es wurde also ein Diamant von einem Cubikzoll (vorausgesetzt, daſs man einen solchen fände) 2 Unz. 2 Dr 19 Gran, und ein Cubikfuſs 246 Pf. 7 Unz. 5 Dr. 69 Gran wiegen.

Morgenländischer, rosenfarbichter Diamant. Er gehörte gleichfalls zu den Juwellen der franz. Krone, und war von einer leichten Rosen- oder Phirsichblüthfarbe, er hatte die Form eines Quadrats, davon jede Seite 8 Linien betrug, welches aber einen stumpfen Winkel hatte. Er wog $80\frac{11}{18}$ Gran Markgewicht, und wurde im destillirten Wasser um $22\frac{23}{64}$ leichter. Specifisches Gewicht also = 3,5310. Es wird das Gewicht eines Cubikzolles 2 Unzen 2 Drachmen 22 Gran, und das des Cubikfuſses 247 Pf. 2 Unz. 5 Dr. 55 Gran sein.

Morgenländischer orange- oder dunkelgelber Diamant. Ein viereckichter Brillant von $3\frac{3}{4}$''' für jede Seite, und über $2\frac{1}{2}$''' dick, Die Farbe desselben war ein ins Rothgelbe spielendes Orange. Er wog $8\frac{7}{8}$ Gran, und verlor im Wasser $2\frac{1}{2}$ Gr., folglich spec. Gewicht = 3,55000. Gewicht des Cubikz. 2 Unz. 2 Dr. 29 Gr., des Cubikfusses 248 Pf. 8 Unz.

Morgenländischer grüner Diamant. Sieben kleine quadratische Brillanten, von blaſsgrüner Farbe, von denen einer $2\frac{1}{4}$ Lin. zur Seite hatte, die übrigen aber noch kleiner waren, wogen zusammen $4\frac{5}{8}$ Gran, und wurden im Wasser um $1\frac{5}{18}$ leichter. Specif. Gewicht = 3,5238; Gewicht des Cubikzolls = 2 Unz. 2 Dr. 20 Gr., des Cubikfusses 246 Pf. 10 Unz. 5 Dr. 18 Gr.

Morgenländischer blauer Diamant. Seine Farbe war saphirblau, aber übrigens hatte er das Ansehen und den Glanz eines Diamants. Er war herzförmig, und hatte 11''' Höhe, über $13\frac{1}{4}$''' Breite, und $5\frac{2}{3}$''' Dicke. Er wog

soll er an Werth den Diamanten des Grosherzogs von Toskana übertroffen haben, welchen man doch für den schönsten in Europa hielt. Dieser war beinahe einen Zoll dick, wog 138 *Karat, und war unter Juwelirern* 130000, *unter Fürsten aber* 150000 *Kronen werth. Beide übertraf jedoch noch bei weitem ein Diamant, welchen der König von Portugall* 1746 *aus Brasilien erhielt, dieser wog* 1680 1/2 *Karat, und ward zu* 224,000000 *Pf. Sterling geschätzt. Ich weiſs gewiſs, sagt* Jefferis (*in s. Tractat über Diamanten und Perlen von dem Diamant* Pitt), *daſs er auf Rechnung des Königs von Frankreich um das Jahr* 1717 *an den Herzog von Orleans für* 135000 *Pf. verkauft worden ist; allein* 5000 *Pf. wurden auf die Unterhandlung des Verkaufs verwandt. Er schätzt seinen Werth auf* 150000 *Pfund.* (*Hannöversche politische Nachrichten von* 1794. *St.* 10. *p* 95. 96).

3 Dr. 44 Gr. oder, 260 Gr. Markgewicht, und verlor im Wasser $73\frac{3}{4}$ Gran. Spec. Gewicht = 3,5254. Gewicht des Cubikzolls = 2 Unz. 2 Drachm. 20 Gr. des Cubikfusses 246 Pf. 12 Unz. 3 Dr. 42 Gr.

Brasilianischer oder Amerikanischer Diamant. Um den Unterschied der spec. Schwere dieses und des orientalischen genau zu bestimmen, suchte er ihn unter einer zwölfseitigen Form zu erhalten, konnte aber nur sehr kleine auffinden. Fünf kleine Stücke, die zusammen $7\frac{1}{4}$ Gran wogen, verloren im destillirten Wasser $2\frac{1}{4}$ Gran. Das spec. Gewicht ist = 3,4444. Gewicht des Cubikzolls = 2 Unz. 1 Dr. 51 Gr., und des Cubikfusses 241 Pf. 1 Unz. 5 Dr. 59 Gran. Bei *Musschenbroek* ist das spec. Gewicht dieses Diamants nach *Blumhof* = 3,518 angegeben.

Gelber Diamant. Vier kleine quadratförmige Brillanten von einer schönen gelben Farbe, deren Seite $2\frac{1}{2}'''$, und Dicke $1\frac{1}{4}'''$ war, wogen zusammen $11\frac{3}{8}$ Gran, und wurden im Wasser um $3\frac{1}{8}$ Gran leichter. Spec. Gewicht = 3,5185, Gewicht des Cubikzolls = 2 Unz. 2 Dr. 18 Gr., und des Cubikfusses = 246 Pf. 4 Unz. 5 Dr. 55 Gr. Nach *Musschenbroek* ist die Schwere dieses Diamants = 3,524.

Nach *Hildebrandt* (Encyclop. der Chem. Thl. I. p. 129) ist die spec. Schwere des Diamants zwischen 3,000 bis 3,521.

Nach *Cavallo* (a. a. O. p. 152) würde das absolute Gewicht des Cubikzolls Diamanten = 1 Unz. 15,48 Drachm. *Avoir du pois* Gewicht sein.

Wenn man zwei Diamanten an einander reibt, so nutzen sie sich einander ab, und man erhält Diamantstaub, den die Franzosen *Egrisé* nennen. 1) (*Fourcroy* in der *Encyclop. méthodique*, Vol. IV. p. I. p. 228).

Louis de Besquen von *Bruges* erfuhr zuerst durch Zufall, dafs zwei Diamante, wenn man sie stark an einander reibt, einander angreifen. Er nahm nun zwei Diamante, setzte dieselben auf eine Kütte, schliff sie an einander ab, und sammelte den von ihnen gefallenen Staub sorgfältig auf. Hierauf brachte er es vermittelst gewisser eiserner Räder, die er selbst erfand, so weit, dafs er durch Hilfe dieses Staubes den Diamant vollkommen poliren und schneiden konnte, wie er wollte. (*Peter le Vieil* Kunst auf Glas zu malen, und Glasarbeiten zu verfertigen; aus dem Franz. Nürnberg 1780. p. 20).

Boyle (*Secondat's history of electricity* p. 141; *Priestley's* Geschichte der Electricität, teutsche Uebersetz. p. 5; *Voigt's* Magazin für das Neueste aus der Physik, B. V. Stück 2. p. 135; *Grens* Journ. der Physik,

1) Zu chemischen Versuchen ist der im Handel vorkommende Diamantstaub nicht tauglich, weil er sowohl das Resultat des Reibens der Diamante an einander, als auch an der stählernen Schleifscheibe ist.

B. VII. p. 55) bemerkte im Jahre 1663, daſs ein vortrefflicher Diamant, welchen *Clayton* aus Italien mitgebracht hatte, wenn er gegen eine gewisse Art von Zeug gerieben ward, im Finstern leuchtete, und daſs er bei derselben Behandlung electrisch ward. Dasselbe ward er auch an verschiedenen andern Diamanten gewahr. Auch beobachtete er, daſs ein noch rauher Diamant eine weit stärkere electrische Kraft besaſs, als jeder geschliffene, den er prüfte.

Gilbert v. Colchester bemerkte schon vor 1600, daſs der Diamant, wenn er gerieben werde, das Vermögen bekomme, leichte Körper anzuziehen, (*Priestley's* Geschichte der Electricität, p. 2).

Du Fay (*Memoire de l'Acad.* à Paris an. 1734. p. 511 ff.) erzählt Folgendes über das Leuchten der Diamanten beim Reiben: „Ich habe Diamanten gefunden, die, während man sie auf wollenem Zeuge, oder einer ähnlichen Substanz rieb, von einem ruhigen Lichte, welches ihnen in allen Bewegungen, die man ihnen gab, folgte, und welches, sobald als man aufhörte sie zu reiben, verschwand, umgeben schienen. Andere sind nicht merklich leuchtend, während man sie reibt, wenn man aber nach dem Reiben mit dem Finger oder Nagel darüber streicht, sieht man kleine glänzende Funken hinausfahren; es giebt einige bei denen es hinreichend ist, mit der Spitze des Fingers darüber zu streichen, und die jedes Mal, wenn man hinüberstreicht, ein sanftes und ruhiges Licht geben, ohne auffallendes Geräusch (*eclat*), oder Funken, welches dem Finger zu folgen scheint, und sobald es den Stein nicht mehr berührt, verschwindet; andere behalten, wenn man sie reibt, dies Licht 4 oder 5 Secunden, so, daſs, wenn man wieder zu streichen anfängt, wenn das Licht schwächer zu werden beginnt, sie ein fortdauerndes und gleichförmiges Licht zu geben scheinen. Endlich giebt es einige, die, wenn sie durch Reiben an Wolle, Seide u. s. w. leuchtend geworden sind, ihr Licht mehrere Minuten behalten. Ich will jetzt noch einige Thatsachen erzählen, die *Boyle* in einer Abhandlung (*Adamas lucens* betitelt) berichtet, und die er an einem Diamante bemerkte, von dem er damals glaubte, daſs er diese Eigenschaften allein habe, die er jedoch später noch an andern fand; doch behauptet er, mehrere gefunden zu haben, die diese Eigenschaft nicht hatten; ich habe aber bemerkt, daſs alle Diamante fähig waren, Licht zu geben. Der Diamant, dessen sich *Boyle* bediente, war vier Linien lang, und etwas weniger breit, er hatte eine ziemlich groſse Tafel, übrigens hatte er ein häſsliches Wasser, und weiſsliche Nebel, die ohngefähr $\frac{1}{4}$ des Steins einnahmen; er prüfte ihn mit dem Mikroscop, und fand nichts besonderes daran. Dieser Diamant erhielt sein Licht nach dem Reiben so, daſs, wenn man ihn im Dunkel schnell herumschwengte, er einen zusammenhängenden Lichtzug gab; ich versuchte dasselbe mit einer groſsen Anzahl von Diamanten, und ich fand mehrere die dieselben Resultate gaben, und von denen einige im

Dunkel ein merkliches Licht mehrere Minuten hindurch behielten. Er glaubte auch einigen Unterschied in der Lebhaftigkeit dieses Diamanten Lichts zu bemerken, nach Verschiedenheit der Farbe der Stoffe, auf denen der Diamant gerieben wurde, so, dafs es glänzender war, wenn der Diamant auf einem weifsen, als wenn er auf einem schwarzen Zeuge gerieben war. Auf gleiche Weise wurde das Licht erregt, wenn derselbe auf andern Substanzen, als: Holz, Fayence, Horn u. s. w. gerieben wurde. Er fand auch, dafs man sein Licht erregen konnte, ohne ihn zu erwärmen oder zu reiben, wenn man ihn stark auf einem Stücke Porcellan drückte, oder wenn man schnell mit einer Stahlnadel dagegen fuhr; aber diese Methoden, ihn leuchtend zu machen, machten ihn nicht electrisch. Ich habe mit Sorgfalt diese Versuche alle wiederholt, und sie sind mir eben so gut als Hrn. *Boyle* geglückt; mit dem Unterschiede, dafs ich bis jetzt noch gar keinen Diamant gefunden habe, der nach dem Reiben nicht geleuchtet hätte; die Stärke des Lichts hängt aber weder von der Gröfse noch Schönheit des Diamants ab; ich habe zwei sehr grofse Diamante von dem schönsten und trockensten Wasser (*de l'eau la plus belle et la plus séche*) gerieben; sie nahmen nur ein sehr schwaches Licht an, welches sie nur sehr kurze Zeit behielten, aber indem sie durch ein genäfstes Stück Leinwand hindurch gingen, nicht verloren; sie hatten beide nur eine sehr mäfsige Electricität; ein dritter Diamant, von einem eben so schönen Wasser, aber auf eine besondere Art geschnitten, die man die indische Manier (*à l'Indienne ou en puits*) nennt, war, wenn man ihn nur wenig rieb, sehr leuchtend und sehr electrisch, und doch kannte ich keinen andern Unterschied unter diesen Steinen, als den der Form, da die erstern eine sehr grofse Tafel hatten, der letztere aber eine sehr kleine, und dieser zugleich sehr erhaben (*très-élevé*) und sehr tief (*profond*) war. Ich fand beständig, dafs die Diamanten, die platt sind, und eine grofse Tafel haben, weniger leuchtend und electrisch sind, als die erhabenen Brillanten. Die gefärbten Diamanten verdienen eine besondere Aufmerksamkeit, ich fand unter allen die ich untersuchte, nur einen, der nur mäfsig electrisch geworden war; alle wurden sehr leuchtend: Ein sehr schöner Diamant von Phirsichfarbe, wurde gleich nach dem ersten Reiben beträchtlich leuchtend und electrisch, aber weniger als die gelben; ein grüner bekam das Licht nur mit sehr grofser Schwierigkeit, und war doch electrischer, als der vorher gedachte; ein blauer Diamant, von ziemlich grofsem Umfange, der aber voll von unreinen Stellen (*points*) und glasartigen Flecken (*glaces*) war, gab nach dem Reiben kein merkliches Licht, es kamen blos einige Funken heraus, wenn man ihm, nachdem er gerieben war, den Finger nahete; indessen war er sehr electrisch; endlich brachte ein amethystfarbener dieselben Wirkungen hervor, sowohl in Hinsicht auf Licht als Electricität; noch mufs ich hinzu

fügen, dafs alle von mir angewandte Diamanten Brillanten waren: ich rieb sie auf verschiedenen Substanzen, ohne dafs ich weder bei diesen noch bei verschiedenen Farben einen merklichen Unterschied wahrgenommen hätte.

Auch Dr. *Wall* bemerkte 1708 das Leuchten am geriebenen Diamant. (*Rosenthals* Magie, XVI. p. 7.)

Donndorf sagt: (Vers. eines Beweises wieder die Existenz der anziehenden Kraft u. s. w. J. 1777. p. 108) der Diamant müsse, wenn er recht ächt sei, durch einen einzigen Zug, indem er auf einem Leder hingestrichen werde, schon electrisch werden, und dies sei das sicherste und untrüglichste Merkmal seiner Güte. Je mehr Züge man damit zu thun nöthig habe, je länger man ihn streichen müsse, um ihn electrisch zu machen, desto schlechter sei er.

Als *Wedgwood* zwei Diamantstücke im Dunkeln an einander rieb, bemerkte er ein reines weifses Licht (*Gren's* Journ. d. Physik, B. VII. S. 55).

Der Diamant ist ein electrischer Körper, und zieht, wenn er gerieben worden, leichte Substanzen an. (*Gehler* a. a. O. B. I. p. 576; *Fourcroy* in d. *Encyclop. méthod. - Chim.* Vol. IV. P. I. p. 153).

Ist der Diamant auf beiden Seiten in Pyramiden geschnitten, so nennt man ihn Brillant, Rose hingegen, wenn er auf der einen Seite geschnitten, auf der andern hingegen gesägt (*scié*) oder platt ist. (*Fourcroy* in der *Encyclop. méthodiq.* Vol IV. P. I. p. 153).

Die Diamanten von einer ausserordentlichen Schönheit, Gröfse und Werthe, werden *Parangons* oder *Nomporcils* genannt. Roh nennt man sie, wenn sie noch nicht geschnitten sind, Fr. *Diamant brut.* Die achteckichten nennt der Diamantschneider *Pint*, und die unförmlichen Käsesteine. Die Flächen der Käsesteine, die sich nicht von Natur zu Fafsetten schicken, nennt der Künstler Sacht; die brauchbaren Hart. Den nicht reinen und hellen Diamant, nennt er gepanzert.

Den Theil des Brillanten, welcher nach der Fassung sichtbar ist, nennt man die Krone, Fr. *Pavillon*, den untern aber, welcher durch die Fassung ganz von aufsen bedeckt ist, und welchen der Künstler gewöhnlich etwas stärker macht, den Untertheil, Fr. *Culasse.* Jedem Theile giebt das Schleifen kleine dreieckichte Flächen oder Fafseten, Fr. *Cacette*, die auf dem Steine in drei Reihen über einander liegen. Die unterste und oberste Spitze kürzt der Künstler ab, die horizontale Fläche der Krone wird die Tafel, Fr. *Table* genannt, und ist gröfser als die horizontale Fläche des Untertheils, welches die Calette, Fr. *Calette* heifst. Der Brillant ist demnach ein solcher geschliffener Stein, dessen Pavillon und *Culasse* enger zusammenlaufen, wo sich an dem Pavillon einige Reihen eckichter Fafsetten an eine gröfsere, und an der *Culasse* einige Reihen eckichter Fafsetten an eine um den fünften Theil kleinere

horizontale Fläche schliefsen. Eine Rose, ein Rosendiamant, Rosenstein oder Rautenstein, Fr. *Diamant rosette*, *Diamant rose*, auch schlechtweg *Rose* oder *Rosette*, heifst ein Diamant, welcher oben einige Reihen Fassetten über einander hat, wovon die obersten in eine Spitze zusammen laufen, unten aber ganz flach ist. Nach den Regeln der Steinschneidekunst werden zu einem Rosenstein 24 Fafsetten erfordert. Ueberhaupt schneidet man die Rosensteine theils rund, theils länglicht, theils ei- oder birnförmig. Bei einem gut geschliffenen Rautenstein mufs die Höhe desselben von seiner Grundfläche bis zur Spitze die Hälfte des Durchmessers der Grundfläche betragen; der Durchmesser der Spitze mufs $\frac{2}{5}$ von dem Durchmesser der Grundfläche sein; die senkrechte Linie von der Grundfläche bis zur Spitze mufs $\frac{3}{5}$ von der Höhe des Steines ausmachen. Hierauf werden die auf allen runden Rauten befindlichen Neigungen der Quer- und Stern-Fafsetten gegen einander, durch die Rundisten, welche die Spitze ausmachen, in gleiche Theile getheilt. Die obern Winkel oder Fafseten endigen sich an der äufsern Spitze, und die untern an der Grundfläche oder Einfassung.

Ein Tafelstein oder Tafeldiamant, Fr. *Diamant taillé en tables*, heifst ein geschliffener Diamant, der oben und unten ganz platt und flach ist, und oberwärts an jeder Seite nur eine Fafsette hat. Halbgründige oder halbgrundirte Tafelsteine, als die zweite Art derselben, haben unterwärts gröfsere Tafeln, als oberwärts. Die Rosen und Tafelsteine werden auch Dünnsteine, Fr. *pierres foibles*, genannt, weil sie in Betracht der andern platt und dünn sind. Ein Dickstein, Fr. *Diamant épais*, wird der geschliffene Diamant genannt, welcher oben und unten eine horizontale Fläche, und an derselben eine Reihe Fafsetten hat. Er ist sehr leicht, auch wenn er eingefafst ist, von einem Tafelsteine zu unterscheiden, weil seine untere Fläche in der obern zu sehen ist. In Vergleichung mit den Rosen und Tafelsteinen ist er ungleich höher und dicker.

Die Mitglieder der Akademie zu Florenz wollen gefunden haben, dafs die Diamante mit Fafsetten electrischer sind, als die, welche eine grofse Tafel haben, dafs die dichtern es mehr sind, als die andern, und dafs es endlich einige giebt, in denen man durchaus keine Electricität erregen kann. (*Memoire de l'Academie* à Paris an. 1733. p. 27).

Nach *du Fay* (*Memoire de l'Academie* à Paris 1733. p. 76.) ist der weifse Diamant der electrischste von allen, vorzüglich der Brillantirte, denn, wenn er gröfsere Fafseten hat, so ist er es bei weitem weniger; unter den gefärbten sind die gelben die fähigsten zu Electricitätsäufserungen. 1) 2) 3)

1) Der Diamant ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt. *Krünitz* giebt uns in s. ökonomisch-technologischen Encyclop. B. IX. Art. Diamant Folgendes die Geschichte desselben betreffend:

Das Vaterland der Diamanten ist Ost- und Westindien. Die orientalischen kommen aus einigen Provinzen des grofsen Mogols, dem Königreiche Visapour, Decan, wo sie in den bergichten Gegenden zu Raolconda gefunden werden, aus dem Königreiche Golconda, woselbst zu Coulour oder Culor die besten Diamantgruben sind; ferner aus der Halbinsel Malacca, aus der Insel Borneo, wo sie theils gegraben, theils in dem Flusse Succadau gefunden werden. Die aus Decan und Malacca werden Diamanten aus der alten Grube, *Diamans de la vieille roche*, und die von Ormus von den Holländern Dievelssteine, Teufelssteine, genannt. Die besten und ergibigsten Diamantgruben sind in dem Königreiche Golconda, Visapur und Bengalen, an den Ufern des Ganges und auf der Insel Borneo. Man läfst nur einige Gruben bearbeiten, damit die Diamanten nicht zu gemein werden, und die gröfsten lassen sich immer die dortigen Regierungen einliefern, daher in Europa die grofsen Diamanten so selten sind. In dem Königreiche Bengalen ist ein Flufs Gouel oder Goual, worinn man Diamanten antrifft. Diese Grube soll früher als alle andere entdeckt worden sein, und wird die Grube Sumelpur genannt. Die Grofsen bei den Indianern halten sehr viel Sclaven zum Diamantsuchen. Sie verkaufen die kleinen und mittelmäfsigen, und einige von den grofsen. Finden sie aber einen ausserordentlich grofsen, so heben sie ihn als einen Schatz auf. Der vornehmste im Hause läfst oben ein Loch durchbohren, stirbt er, so macht es sein Nachfolger eben so, und so einer nach dem andern; und je mehr Löcher ein solcher Stein hat, desto höher wird er geschätzt. Merken sie den Untergang ihres Hauses zum Voraus, so graben sie diese Steine so ein, dafs man sie nie wieder zu sehen bekommt; hiedurch sollen viele grofse Diamanten verlohren gehen. Viele Indianer behalten die Diamanten lieber ungeschnitten, weil sie dieselben durchs Schleifen nicht gern leicht machen. Sie sollen den Werth der rohen Steine ziemlich genau zu schätzen wissen. Wenn sie dieselben verkaufen, so sind sie sauber in Musselin gewickelt, und die Päckchen versiegelt. Weil sie sich selbst für die besten Kenner dieser Waare halten, so mufs der Käufer geben was sie fodern, ohne das Päckchen zu eröffnen. Will der Käufer das Geforderte nicht geben, so nehmen sie die Steine wieder zurück, doch sollen sie immer so verkaufen, dafs der Käufer ansehnlich dabei gewinnen kann. Diese Art zu handeln erstreckt sich indessen nur auf kleine und Mittel-Steine, die grofsen verkaufen sie einzeln und stückweise. — Ehemals kamen die Diamanten nur aus Ostindien, bis man im Jahr 1728 entdeckte, dafs auch Brasilien reich daran sei. Um dieselben aber nicht zu gemein zu machen, verordnete der König von Portugal, dafs nicht Jeder Diamanten suchen sollte, und errichtete im Jahre 1734 zu Rio-Janeiro eine Diamantengesellschaft, der gegen Erlegung einer an den König zu bezahlenden Summe alle in Brasilien zu findende Diamanten als Eigenthum zugesichert wurden; doch wurde dieser Gesellschaft verboten über 800 Sklaven zur Aufsuchung zu gebrauchen. Damit andere portugiesische Unterthanen abgehalten wurden Diamanten zu suchen, und die Gesellschaft vor Schleichhandel gesichert würde, liefs der König eine grofse, in der Nachbarschaft der Diamanten gelegene, Stadt, und einem beträchtlichen Strich Landes um dieselbe verwüsten, und nöthigte die Einwohner, deren Zahl sich auf 6000 belaufen haben soll, die Gegend zu verlassen. *Jefferies* suchte in seiner Abhandlung von Diamanten und Perlen zu behaupten, dafs die brasilischen Diamanten nicht wirklich in Brasilien gefunden, sondern durch einen Schleichhandel, besonders gegen das dasige Gold, aus Ostindien, und am meisten aus Goa, dahin gebracht würden; es widersprechen aber die glaubwürdigsten Schriftsteller seiner Meinung.

Den ostindischen Diamanten werden die arabischen, welche vor sich, und die macedonischen, die im Golde wachsen, an die Seite gesetzt; doch kommen sie jenen nicht bei. Die armenischen und ägyptischen, so wie die ungarischen und böhmischen hält man für die schlechtesten.

Man findet auch Diamanten zu Teichenau, einem chursächsischen Lehen, auf einem dasigen Berge, welche so hart als die orientalischen und von gleicher Figur sind. Auch im meifsnischen Gebirge werden Diamanten gefunden. Eben so fehlt es nicht in der Oberlausitz an verschiedenen Anbrüchen zu Diamanten. So hat sich z. B. dergleichen Diamantenbruch in dem löbauischen Berge, wie auch auf den königshäynischen Bergen geäufsert, welche den böhmischen ganz gleich gekommen sind. Auch will man dergleichen in der Thongrube bei Görlitz gefunden haben.

Einige der gröfsten und berühmtesten Diamanten sind folgende:

Den ersten, gröfsten und kostbarsten Diamant soll der Grofs-Mogol in Indien besitzen. Es ist derselbe nach Taverniers Nachrichten eine Rose, deren Gewicht 279 9/10 Karat beträgt. Er schätzt ihn, den Karat zu 150 Livres oder 50 Reichsthaler gerechnet, auf 11723278 Livres 4 Sous oder 6 Millionen Gulden, oder 3907759 Reichsthaler 13 Gr. 11 1/2 Pf. — Der gröfste Diamant in Europa war ehemals der, den der Grofsherzog von Florenz besafs. Er wog 139 1/2 Karat, war rein, wohlgestaltet, und von allen Seiten mit Fafseten geschliffen. Weil er an Farbe etwas gelblich war, so schätzt *Tavernier* den Karat auf 135 Livres, und mithin beträgt sein Werth 2608335 Livres, oder an 800,000 Thaler. Man zeigt den Fremden nur das Modell dieses Steines in Bergkrystall. Neuere Reisende sind wegen der Unsichtbarkeit desselben der Meinung, er sei nicht mehr in Florenz. *Moutrave* hat ihn 1697 gesehen. Der Grofsherzog, der ihn kaufte, soll einem Jesuiten nicht mehr als 75000 Scudi (ohngefähr 80000 Thaler) dafür gegeben haben. Vom Diamant Pitt mufsten wir schon oben in einer Note handeln. Der zweite Stein, den die Krone Frankreich besafs, wiegt 106 Karat. Er ist länglicht, und macht eine doppelte Rose. Er wird *le grand Sanci* genannt. Nach Einigen soll diese Benennung aus der verkrüppelten Bezeichnung seines Gewichts *cent six*, nach Andern von dem Hrn. von *Harley*, Baron von *Sancy*, französischen Gesandten zu Constantinopel, der ihn dem Könige brachte, hergenommen sein. Der Diamant des Königs von Portugal ist 215 Karat schwer, und von ausserordentlicher Schönheit. In dem Schatze eben dieses Königs soll sich ein roher Diamant aus Brasilien befinden, der 1680 Karat oder 12 1/2 Unze wiegt, und 224000000 Pf. Sterling werth ist. Zu Venedig ward sonst in dem dasigen Schatze ein Diamant verwahrt, den der König Heinrich III. aus Frankreich auf seiner Durchreise dahin geschenkt haben soll, und den man 12000 Dukaten schätzt. Im Jahr 1697 hat ein Armenier einen Diamant daselbst für 36000 Dukaten verkauft, welcher nachher vom dasigen Künstler geschliffen, und darauf noch 80 Karat schwer befunden; mithin auf 200000 Dukaten geschätzt worden ist. Zu Antwerpen soll sich ein Diamant befinden, welcher 1 Unze weniger 1 Scrupel wiegen, und auf 1500000 Kronen geschätzt worden sein soll.

Endlich ist einer der schönsten Diamanten der, den die russische Kaiserin Catharina II. von einem Griechen, *Gregory Saffraz* von der Familie *de Gogia Minazian* gekauft hat. Dieser soll vom schönsten Wasser und überhaupt der gröfsten Schönheit, und in der alten Grube in Ostindien gefunden worden sein. Er wiegt 779 Gran, wofür einige öffentliche Nachrichten irrig Karat gesetzt hatten. Weil er aber in Indien, und folglich schlecht und unvollkommen pyramidenförmig geschnitten ist, so würde er, wenn er zum vollkommenen Brillant umgearbeitet

beitet werden sollte, kaum 500 Gran am Gewichte behalten. Der Eigenthümer desselben brachte ihn erst son Ispahan nach Amsterdam, und gab ihn, weil sich nicht sogleich ein Käufer dazu fand, unterdessen in die Amsterdammer Bank in Verwahrung. Den öffentlichen Berichten zu Folge hat ihn im Jahre 1772 die Kaiserin für 12 Tonnen Goldes, und eine jährliche Pension von 4000 Rubel an den Verkäufer auf Lebenslang, erhandelt, und ist der Diamant in der Mitte des Julius des angef. Jahrs zu Schiffe nach Petersburg gesandt, nachdem man darauf in Amsterdam 550000 Gulden, und in London eine gleiche Summe assecurirt hatte.

Die Schönheit der Diamanten, die ausser dem Gewichte denselben hohe oder niedrige Preise setzt, besteht darin, dafs sie wohl geformt, ganz rein und klar, und, besonders die weifsen, wie ein Tropfen Wasser sind. Nach den verschiedenen Graden ihrer Durchsichtigkeit werden sie von den Juwelieren in Steine vom ersten, zweiten, dritten Wasser, *Diamans de la première, seconde, troisieme eau*, eingetheilt. Die Indianer untersuchen die Güte derselben bei Nacht, indem sie ein viereckichtes Loch, ein Fufs hoch und breit in die Wand machen, eine Lampe mit einem dicken Dochte hineinsetzen, und gegen den Schimmer derselben den Diamant zwischen den Fingern halten. Die beste Weise ist aber nach *Krünitz*, den Diamant unter den Schatten eines dick bewachsenen Baumes zu probieren, weil das Gesicht alsdann schärfer ist, der Stein aber an seinem Glanze nichts verliert. Je reiner nun und je gröfser zugleich er ist, desto beliebter, kostbarer und seltener ist er. Die Fehler der Diamanten sind unter verschiedenen Benennungen bekannt. Ein vollkommener Stein mufs keine fehlerhafte Bildung haben, d. h. er mufs nicht gar zu platt, dünn und länglicht sein, noch eine schlechte, d. i. braune, schwärzliche u. dgl. Farbe. Er mufs keine Asche, d. h. graue Stellen, keine rostige, kothige oder andere Flecken, keine Ritzen, Federn, Adern, Aeste, Knoten, oder Stroh d. i. gelbliche Stellen, haben. Die kleinen unreinen Körper, welche in verschiedenen Diamanten sind, und oft eine röthliche, weifse, braune oder schwarze Farbe haben, nennen die Franzosen *Points*, die gröfsern Flecken aber, oder glasichte, matte Stellen, *Gendarmes*. Die kleinen gelben, weifsen oder braunen Flecken, welche in den Diamanten entstehen, wenn sie zu gewaltsam von ihrer Mutter abgerissen werden, heissen franz. *Glaces*; und die diese Fehler habenden Diamante unrein, wolkicht, Diamante mit glasartigen Flecken (*Diamant glaceux*). Diamante, die sich nicht gut spalten, schneiden und schleifen lassen, heissen finnig, *Diamans de nature*. Um die Reinigkeit, besonders der geschliffenen Steine, auch wenn sie eingefafst sind, desto deutlicher sehen zu können, pflegt man sie zu behauchen. Da sie hiedurch ihren Glanz auf eine kurze Zeit verlieren, folglich das Auge nicht mehr so stark blenden, so kann man ihre Fehler um so viel deutlicher wahrnehmen. Wenn man einen ächten Diamant und einen unächten behauchet, so wird immer der ächte Stein viel eher hell und glänzend, als der unächte.

Theilweise ist obige Geschichte auch mitgetheilt in folgenden Schriften: *Kunkels* Glasmacherkunst, p. 433; *Junkers* Chemie, B I. p. 362; *Kräutermann's* neu vermehrtes historisch-medicinisches *Regnum minerale* u. s. w. Frankfurt und Leipzig 1726; *Observatio de adamantibus Wesphalensibus im Commerc. litterar Nor. a.* 1713. *Specim.* XL. p. 315; *A genuin account of the present state of the Diamond-trade in the domions of Portugal. Lond.* 1754. 4; Von den Diamantgruben, im Dresdnischen Magaz. B. I. 1760. p. 516. ff.; *A Description of the Diamond-mines, as it was presented by Carl Marshal of England to the* Royal Society, im B. XII. d. *Philosoph. Transact. for the year* 1677. Nro. 136. S. 907 bis 917, ins Teutsche übersetzt, u. d. T. des Hrn. Grafen *Marshall* aus England, Nachricht von den Diamantgruben, im 30ten

Stück des III. Theils des phys. und ökonomischen Patrioten, Hamburg 1758, 4. S. 233 f. f. *at lettre from* J a c o b d e C a s t r o S a r m e n t o, *to Coomw. Mortimer, concerning Diamonds, lately found in Brazil*, im Band XXXVII. der *Philosoph Transact. No.* 421 *for Oct. Nov. et Dec.* 1731, *S.* 199 *f. f.* Lat. übers u. d. T: *Litterae* J a c o b i d e C a s t r o S a r m e n t o *ad. D. Mortimerum scriptae de adamantibus nuper in Brasilia inventis im Commerc. litterar. Nor. a.* 1733 *hebd.* 51, *S.* 406; *Matthiae Tillingii observ. de adamantibus Lippiacis* in dem *Ephem. Nat-Cus. Dec. II. A. II. Observ.* 59; Von dem grofsen franz. Diamante in den Breslauer Samml. Jul. 1717, S. 74 f.; Nachrichten von den gröfsten Diamanten in *Dezalliers d'Argenville histoire naturelle eclaircie dans l'Oryctologie, II. Part. p.* 157 im B. XX. des Hamb. Magazins S. 348 — 351; Von den gröfsten bekannt gewordenen Diamanten, nebst deren Abbildung in Kundmanns Seltenheiten der Natur und Kunst, Breslau und Leipzig 1737 s. Col. 211 f. f.; *I. S.* S c h r ö t e r s Journal für die Liebhaber des Steinreichs etc. B. I, St. 3, Weimar 1774, S. 247. G e h l e r s phys. Wörterb. B. I, S. 575; F i s c h e r s Wörterb. B. I. S. 675. T h o m s o n s System der Chemie; teutsch durch W o l f f, B. I, S. 55.

Die Alten hatten die falsche Meinung, dafs die Diamanten allein in frischem warmen Bocksblute erweicht, und alsdann in feine fast unsichtbare Splittern zertrümmert werden könnten. Ferner glaubten sie, dafs er Gift unwirksam mache, und ein Mittel wider die Schwermuth fey, daher er auch *Anachites* (Angstbefreier) genannt wurde.

Auf die Kunst des Diamantschneiders können wir uns hier nicht einlassen, und eben so wenig die Betrügereien mit falschen Diamanten aufführen. Letztern wird bei den substituirten Substanzen, da sie gewisse Eigenschaften an diesen nothwendig voraussetzen, am pafslichsten ihr Platz angewiesen werden können.

2) Man hat den Diamant wegen den Eigenschaften die er mit den harten durchsichtigen Steinen von der Art des Bergkrystalls gemein hat, lange Zeit für eine Substanz von der Art der glasichten Steine gehalten, und ihm die glasichte oder Kieselerde zum Grundstoffe gegeben. *Bergmann* aber (*Commentat de tubo ferruminator.* §. 8, und Anleitung zu Vorlesungen über die Chemie. Stockholm und Leipzig 1779, 8), der an der Kieselerde Eigenschaften fand, welche der Basis des Diamants gar nicht zukommen, trennte seine Grunderde von der Kieselerde, und erhob sie zu dem Range einer eigenen Erde, die er E d e l e r d e (*Terra nobilis, Terre de Diamant*) nennte. *Kirwan* (Anfangsgründe der Mineralogie aus dem Engl. mit Anmerkungen von *Crell*, Berl. 1785. 8) macht zu der Klasse der Erden und Steine einen eigenen Anhang, der den Diamant und das Reibblei begreift, weil er diese Substanzen deshalb nicht unter Erden und Steine einschalten will, weil sie durch Feuer so verflüchtigt werden, dafs keine erdichte Theile zurückbleiben. Nachher als *Bergmann* eine entzündliche Substanz darinn anerkannte, ordnete er ihn 1784 den Erdharzen zu.

Nach *Guyton* ist der Diamant der reinste Kohlenstoff, die reine säuerungsfähige Grundlage der Kohlensäure. Auch eine zur Untersuchung dieser Meinung vom französischen Nationalinstitute beauftragte Commission gab ihr Gutachten darüber dahin ab, dafs der Diamant reiner vom Sauerstoffgas völlig befreieter Kohlenstoff sei. *Berthollet* äufsert im *Esprit des Journaux Bruxelles N.* x (Jan. 1802) der Diamant sei blofs darinn von der Kohle verschieden, dafs er nicht wie letztere Wasserstoff enthalte. In seiner *Art de la teinture* sagt er aber, der Diamant sei reiner Kohlenstoff.

Guytons Versuche beweisen wohl, daſs der Diamant das Kohlensubstrat reiner als jede andere bekannte Kohle enthalte aber mit dem Prädikate rein, ist man doch wohl zu freigebig gewesen. *Bartels* sagt hierüber sehr richtig: „Wenn Chemiker ihren Versuchen zufolge, die bis jetzt keine andere Resultate gaben, einstweilen annehmen muſsten, der Diamant bestehe aus Kohlenstoff, so ist dieses kein Fehler. Wenn man aber zur Beseitigung alles weitern Forschens den Diamant ohne Bedenken für reinen! Kohlenstoff erklärte, für einen Stoff, den die Natur uns ganz unvermischt liefere; wenn man mit Ruhe zusah, wie ein Grundstoff der Natur gleich andern harten Körpern still da lag, Politur annahm, abgeschliffen würde, zersprang, Glas zerschnitt u. s. w. so scheint das ein Irrthum zu seyn, der nur durch Vergessen der Grundsätze jeder Naturforschungen entstehn konnte.

3) Im gemeinen Leben kömmt der Diamant besonders als Luxusartikel vor, indem er durch seinen vorzüglichen Glanz, zu dem der Steinschneider nicht wenig beiträgt, einen Hauptheil eines kostbaren Schmuckes ausmacht, und auch wegen seiner Seltenheit die Begierde ihn zu besitzen nicht wenig reizt. Ausserdem wird er zum Zerschneiden sehr harter Körper benutzt.

Diamant und Licht.

Wenn der Diamant ans Licht gebracht wird, so glänzt er mit allem Glanze des Regenbogens. (*Fourcroy Système des Conn. chim. T. I p.* 207.)

Er bewirkt nur eine einfache Brechung der Lichtstrahlen. 1) (Buffon und Brisson in Brisson's Abhandlung über das specifische Gewicht der Körper, teutsch durch Blumhof; Brugmann in s. philosophischen Versuchen über die magnetische Materie, teutsch durch Eschenbach, Leipz. 1784, S. 308.)

Newton fand die brechende Kraft des Diamants = 4,949, und seine Dichte gleich 3,4; die brechende Kraft des Wassers = 0,7845, und dessen Dichte = 1 gesetzt. Der Exponent des Verhältnisses der brechenden Kraft zur Dichte ist beim Diamant = 1,4556, beim Wasser = 0,7485. Das Verhältniſs des Einfalls- und Brechungswinkels für gelbes Licht ist nach ihm im Diamante = 100 : 41. 2)

1) Nach Brisson giebt diese Eigenschaft, verbunden mit dem Gewicht der Härte und der Farbe ein bequemes und sicheres Mittel, geschwind zu entscheiden, ob ein Diamant orientalischen Ursprungs sei, oder nicht. Man soll nemlich nur ein wenig entferntes Objekt durch die Mitte der Ecke eines solchen Steins betrachten; wenn durch einen einzigen Gesichtspunkt desselben ein doppeltes Bild vom Objekt sich dem Auge darstellt, so kann man sicher überzeugt seyn, daſs es kein morgenländischer Stein ist. Ist hingegen das Bild nur einfach, so ist der Stein orientalischer Abkunft, ausgenommen, wenn es Fluſsspat oder ein Fluſs ist. Letztere kann man aber gleich durch die geringere Härte erkennen, indem man mit einer Messerspitze Figuren hineinätzen kann.

2) Hieraus schloſs er, daſs der Diamant zu den verbrennlichen Substanzen gehöre. Er führt diese nach ihrer Brechungsfähigkeit in umgekehrter Ordnung auf, und beschlieſst die Gradation so: *Adamas (qui, ut probabile est, substantia est unctuosa coagulata.)*

(*Optice, libri tres, auctore Is. Newtono. Latine redd. Sam. Clarke, Lond.* 1706, 4. p. 232 — 234; *Priestley's* Geschichte der Optik, übersetzt von *Klügel*, I p. 223.)

Du Fay setzte im Jahre 1735 der sehr heftig brennenden Sonne 22 Minuten hindurch mehrere Diamanten, nemlich einen weifsen von einem sehr schönen Wasser, zwei gelbe, von denen der eine minder als der andere gefärbt war, und die etwa 60 Gran betrugen, einen rosenfarbenen, einen grünen und einen amethystfarbenen, aus. Nachher untersuchte er sie alle im Dunkel, und fand die beiden gelben sehr leuchtend, besonders den kleinsten, welcher die höchste Farbe hatte; sie waren in einem solchen Grade schimmernd, dafs sie die andern beiliegenden miterhellten, so dafs er diese beiden wegnehmen mufste, um sicher zu werden, dafs die andern nicht leuchteten: diese beiden behielten ihr Licht sehr merklich länger als zwölf Minuten. Diese Versuche gerathen nach ihm nur in der vollkommensten Dunkelheit, und man mufs, um sie in ihrer ganzen Schönheit anstellen zu können, folgende Vorsicht anwenden: Man mufs wenigstens eine Viertelstunde hindurch in einer so viel als möglich tiefen Dunkelheit bleiben, ehe man sich die der Sonne ausgesetzten Diamanten bringen läfst, um erst die Schwingungen, die das Tageslicht in unsern Augen verursacht, vollkommen aufhören zu lassen, und der Pupille, die, um nur eine gewisse Quantität Strahlen, während man dem Lichte ausgesetzt war, durchzulassen, sich sehr verengert hatte, Zeit zu lassen, sich hinreichend auszudehnen, um so viel als möglich von den weniger leuchtenden, oder sehr wenig erhellten, aufzunehmen.

Um mit Sicherheit zu wissen, ob seine Augen in der zur vollkommenen Beobachtung der Diamanten zuträglichsten Disposition waren, nahm er ein Stück Ambra mit, das er von Zeit zu Zeit rieb, und sah er das Licht davon sehr lebhaft, und beinahe dem, das man bei Nacht ausgehn sieht, gleich, so schlofs er, dafs seine Augen jetzt im Stande seyn würden, aufs Genaueste über das Licht der Diamanten zu urtheilen; er liefs sie sich nun bringen, nahm sich aber wohl in Acht, die Augen, während man die Thür öffnete, um in sein Zimmer zu kommen, zu öffnen. Will man diese Versuche mit mehr Bequemlichkeit, und ohne die Beobachtung dieser Vorsichtsmaasregeln, machen, so darf man sich nach ihm nur die Diamanten Morgens gleich nach dem Aufwachen, ehe man sich dem Tageslichte ausgesetzt hat, bringen lassen; die Augen sind dann für das geringste Licht empfindlich, und man wird sehr leicht sehen können, welche Diamanten leuchten. Da er bemerkt hatte, dafs bei dem ersten erwähnten Versuche die Diamanten, die 22 Minuten an der Sonne gewesen waren, keine merkliche Wärme erhalten hatten, welches er fand, indem er sie ans Gesicht hielt, so liefs er sie jetzt nur 10 Minuten daran; die, die er

jetzt anwandte, waren zwei grofse weifse Diamanten, die 70 bis 80 Gran wogen, zwei blaue, von denen der eine 18 Gran wog, der andere kleiner und dunkler war, ein grüner, ein rosenfarbener und zwei gelbe; die beiden weifsen Diamanten nahmen so wenig als der dunkelste unter den beiden blauen, der grüne und der rosenfarbene nahmen ein wenig davon auf; aber zwei kleine, die um den einen von den Ringen, in denen die Diamanten gefafst waren, herumsafsen, die beiden gelben, und vorzüglich der grofse hellblaue Diamant, erschienen sehr leuchtend, und ihr Licht dauerte zwölf oder dreizehn Minuten, und schwächte sich nur in unmerklichen Graden. Er versuchte nachher mehrere andere Diamante von verschiedener Gröfse, und allen Farben, die er auftreiben konnte, und fand mehrere sehr leuchtend, und andere die es ganz und gar nicht waren. Er konnte keinen von der Farbe herrührenden Unterschied wahrnehmen, wenn man nicht etwa dahin rechnen will, dafs alle untersuchte gelbe Diamanten leuchtend waren; er fand auch unter diesen verschiedene Grade des Leuchtens, doch waren nicht immer die dunkelsten auch die leuchtendsten. Eine beträchtliche Anzahl untersuchter gelber Diamanten, deren Gewicht von acht bis zehn bis auf achtzig Grad stieg, ungerechnet, hatte er noch Gelegenheit, 400 gelbe Carat-Diamanten zu untersuchen, und er fand nicht einen einzigen darunter, der nicht leuchtend geworden wäre; er glaubt daher das allgemeine Gesetz aufstellen zu können, dafs alle gelbe Diamanten, wenn sie dem Lichte ausgesetzt werden, sich so damit anschwängern, dafs sie es in der Dunkelheit eine beträchtliche Zeit erhalten.

Er wünschte nun zu sehen, wie grofs der Zeitraum sei, der nothwendig war, um einen Diamant, der fähig war, leuchtend zu werden, mit dem Tageslichte zu imbibiren; anfangs setzte er daher einen solchen nur vier Minuten, hernach nur eine dem Lichte aus, und fand nicht, dafs diese kürzere Zeit im Geringsten den Glanz des Lichtes, das er von sich strahlte, verminderte; endlich verminderte er immer mehr die Dauer der Aussetzung; und bemerkte, dafs es sehr unnütz sei, ihm das Licht so lange einsaugen zu lassen, als er vorher gethan hatte, denn in einer Sekunde, und wo möglich, noch in einem kürzern Zeitraume, bekam er ein sehr lebhaftes Licht; es schien ihm wirklich, als wenn dasselbe etwas geringer sei, als das, was er von sich strahlte, wenn er acht oder zehn Sekunden am Lichte geblieben war, doch wagt er es nicht, darüber zu entscheiden, ob dieser Unterschied wirklich reel sei, und mit einiger Gewifsheit will er ihn nur an weniger leuchtenden Steinen bemerkt haben.

Er setzte auch Diamanten nahe an das Fenster einer Kammer, deren Fenster und Gardinen von weifser Leinwand verschlossen waren; die Diamanten saugten Licht, wie an freier Luft ein; doch war dieses schwächer und dem

erhaltenen verhältnifsmäfsig. Er verschlofs nun mehrere in Schachteln, welchen ein gefärbtes Glas zum Deckel diente; dies verhinderte sie aber nicht, Licht einzusaugen, und selbst, so viel er beurtheilen konnte, eben so schnell als an freier Luft; das Licht schien ihm durchaus keinen Theil an der Farbe des Glases, durch welches es zu den Diamanten gekommen war, zu nehmen. (*Memoires de l'Académie à Paris*, *Année* 1735 p. 351 ff.)

Dafs einige Diamanten die Eigenschaft hatten, nachdem sie dem Lichte ausgesetzt waren, im Dunkeln zu leuchten, bemerkte fast zu eben der Zeit als *Du Fay* Jacob Bartholomaeus Beccari (*Beccarii Commentarii de Phosphoris*, *Graecii* 1768, p. 12). Eine Wöchnerin, die er besuchte, und deren Zimmer ziemlich dunkel war, bemerkte, dafs der Diamant, den er am Finger trug, ungewöhnlich stark glänzte. Dieses gab ihm Anlafs, denselben genau zu untersuchen, worauf er fand, dafs er wirklich die Eigenschaft, Licht einzusaugen und wieder von sich zu geben, hatte. Er ertheilte der Akademie zu Bologna, im November 1734, Nachricht davon. Dafs der Diamant, wenn er dem Lichte ausgesetzt gewesen ist, nachher im Dunkeln leuchte, bestätigen auch *Macquer* (in seinem chemischen Wörterbuche, B. II p. 13), *Bourguet* (in s. chem. Wörterb. B. I p. 389), *Fischer* (in s. physikalischen Wörterb. B. I p. 676.)

Kohle und Wärme.

In verschlossenen Gefäfsen leidet die Kohle, auch durch das heftigste und anhaltendste Feuer, keine bemerkbare Veränderung. (*Neumann* in s. *Lectiones chymicae* von *salibus alkalino-fixis* u. s. w. Berlin 1727, p. 19; *van Helmont*, *Compl. atque mist. elem. figm.* § 13. in *Oper. Hafn.* 1707, 4. p. 102; *Junker*, Chemie I p. 92 und 100; *Bergmann*, *Op.* III 440; *Priestley*, über Luft I, 129; *Macquer*, chem. Wörterb. B. III, p. 644; *Hoffmann Observat. physico-chemic. select. L. III*, *Halae* 1736; *Cavallo* über die Natur und Eigenschaften der Luft, aus dem Engl. p. 108; *Gren*, *Crell's* Beiträge zu den chem. Annalen, B. II p. 442; *Scherer* in s. kurzen Darstellung der chem. Untersuch. der Gasarten p. 25, in s. Grundzügen der neuen chem. Theorie p. 100; *Fischer* in *Scherer's* allgem. Journ. der Chem. B. X p. 172; *Parrot*, *Gilbert's* Annal. B. XI p. 207; *Fourcroy*, *Encyclop. méthod. P.* III p. 51; *Gehler*, phys. Wörterb. B. III p. 464; *Hildebrandt* Encyclop. der Chem. Th. I p. 179).

Sie ist vollkommen feuerbeständig und unschmelzbar. 1) 2) (A. d. meisten d. a. O.)

Nach *Thomson* (System der Chemie, übersetzt von *Wolff*, Th. I p. 53) wird die Kohle durch anhaltende Hitze in verschlossenen Gefäſsen härter und glänzender; nach *Tiemann* und *Gehler* (neues allgem. Journal der Chem. B. III, Heft 6 p. 657) wird se dadurch schwärzer; nach leztern scheint sie nachher poröser und gleichsam ausgesogen. 3)

Glühend kann man, nach *Cavallo* (a. a. O. p. 108), die Kohlen in verschlossenen Gefäſsen machen. 4)

Winterl sagt (neues allgem. Journ. der Chem. B. II p. 579): Man mag einen Schmelztiegel, in welchem eine Kohle gegen den Beitritt der Luft bewahrt liegt, ganze Tage hindurch roth-glühend erhalten, und noch so viel Kohlen darauf verwandt haben, so kommt die Kohle doch nie zum Glühen, vorzüglich sehr reine Kohle. Nimmt man während der Operation die Bedeckung weg, so kommt sie zwar augenblicklich ins Glimmen, aber nicht ins Glühen. Zu jener Wirkung muſs der Tiegel lange genug ganz weiſs glühen, wenn die darin enthaltene Kohle nur roth glühen soll; dieſs wird nur durch ein scharfes Gebläse bewirkt, worin die Tiegel auf der äuſsern, dem Gebläse zugekehrten, Seite schmelzen.

Die Capacität der Kohle für Wärme ist, nach *Crawford*, = 0,26315, die des Wassers = 1,00000 gesetzt. (*Encyclop. méthod. - Chim. Vol.* II p. 734.)

Die Kohle ist ein schlechter Wärmeleiter. 5) (*Thomson* in s. System der Chemie, B. I p. 432 der Wolff'schen Uebersetz.) Graf *Rumford* (dessen kleine Schrift. B. II, Abtheil. I p. 60; *Gilbert's* Annalen der Physik Th. III p. 331) sagt, sehr trockene und zum feinsten Pulver gestoſsene Holzkohle sei

1) Hierauf gründet sich ihre Anwendung zu Tiegeln für streng flüssige Körper und zur Unterlage für die dem Löthrohre auszusetzenden Substanzen.

2) Auf die Feuerbeständigkeit der Kohle gründet *Parrot* (*Gilbert's* Annalen, B. XI St. 2) einen Einwurf gegen die Meinung, daſs die Kohle Sauerstoff enthalte, indem der Diamant, den man sich als Kohle ohne Sauerstoff denke, sich beim Zutritt von Sauerstoff sogleich verflüchtigen lasse.

3) *Daſs* d'Arcet *und* Macquer *in genau verschlossenen Porzellangefäſsen Kohlenstaub verbrennen konnten, gründete sich auf die Porosität der Masse der Gefäſse, wie dieses bei* Thon und atmosphärische Luft *umständlich auseinander gesetzt werden wird.*

4) *Es ist sehr zu bezweifeln, daſs die Kohlen in vollkommen luftleeren und der Luft auch nachher keinen Zutritt verstattenden Gefäſsen glühen werden; man hat hier vermuthlich das Glühen der Gefäſse auf die Kohlen übertragen.*

5) Hierauf gründete Black die Einrichtung eines sinnreich ausgedachten Ofens, der inwendig mit Kohlenpulver überzogen ist.

der allerbeste Nichtleiter für Wärme. Nach Graf *Morozzo* (*Gilbert's* Annalen, B. XVII p. 243) ist die Kohle einer der besten Nichtleiter.

Um die Leitung der Kohle zu untersuchen, that *Guyton-Morveau* (*Annales de Chimie* B. XXVI p. 225; *Voigt's* Magazin für den neuesten Zustand der Naturk. B. I, Stück 4 p. 219; *Crell's* Annalen 1799, B. II p. 34 ff.; *Thomson's* System der Chemie, Th. I p. 432) von zwei einander völlig gleichen, zu *Wedgwood's* Pyrometer (s. Thon und Wärme) gehörigen Cylindern, den einen in einen Schmelztiegel (acht Decimeter Höhe zu sechs des gröſsten Durchmessers), der mit reinem und am Feuer getrocknetem Kieselsande gefüllt und mit einem verklebten Deckel versehen war; den andern in einen gleichen Tiegel, und umgab ihn darin mit Kohlenstaube, der vorher in einem verschlossenen Schmelztiegel geglühet war. Die Tiegel wurden neben einander in einem groſsen Schmelzofen etwa drei Viertelstunden dem Glühfeuer ausgesetzt. Nach dem Erkalten zeigte der erste Cylinder an der Wedgwood'schen Skale eine Zusammenziehung von 89 Graden; der andere hingegen war bei 60½ geblieben. Hieraus schien sich zu ergeben, daſs sich die Wärmeleitung des Sandes zu der der Kohle etwa wie 3 : 2 verhielt. Um den Einwurf zu heben, daſs vielleicht aus irgend einer unbekannten Ursache der eine Cylinder der Zusammenziehung weniger als der andere fähig gewesen seyn möge, wurden beide angewandte Cylinder in einem mit Sand gefüllten Schmelztiegel nahe neben einander gestellt. Nach einem halbstündigen heftigen Schmiedefeuer, das drei Blasbälgen ausgesetzt war, zeigte sich am Schmelztiegel eine Verglasung und ein Riſs, der Sand aber unverändert, und der erste Cylinder zeigte an der pyrometrischen Skale 163½ und der andere 160°. Der kleine Unterschied von 3½ Grad, meint er, könne hier als unbedeutend angesehen werden, da es nicht wohl möglich sei, zwei Körper ganz genau einerlei Feuersgrade auszusetzen; er sieht es demnach als erwiesen an, daſs ein von Kohlen umgebener Körper nur ⅔ von der Hitze eines mit Sand umgebenen erhält. 1)

Rumford füllte zu diesem Zwecke den Glasball seines Passage-Thermometer (Beschr. unt. Wärme im luftleeren Raume) mit 176 Gran feinen Kohlenpulvers, das im Mörser gestoſsen, und dann fein durchgesiebt war, so, daſs es die Thermometerkugel vollkommen umgab, erhitzte das Instrument in kochendem Wasser, tauchte es dann in eine Mischung von Eis und Wasser, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung, wie folgt:

Erster

1) Hierauf gründet sich die Nothwendigkeit, daſs bei mit Wedgwood's Pyrometer vorzunehmenden Messungen der als Prüfungsmittel gebrauchte Cylinder mit denselben Stoffen, als der zu prüfende Körper umgeben seyn muſs.

Erster Versuch.		Zweiter Versuch.	
Wärmeverlust.	Sekund.	Wärmeverlust.	Sekund.
70°	—	70°	—
60	79	60	91
50	95	50	97
40	100	40	109
30	139	30	133
20	196	20	192
10	331	10	321.
Totalzeit	940.	Totalzeit	937.

Der Versuch II war eine bloſse Wiederholung von I, und wurde sogleich nach diesem angestellt; nur wurde durch die Bewegung des Thermometers beim ersten Versuche das Kohlenpulver im Glasball ein wenig gerüttelt, welchem Umstande R. die Verschiedenheit in den Resultaten beider Versuche zuschreibt. (*Rumford's* kleine Schriften, aus dem Englischen, B. II, zweite Abtheil. p. 326 ff.; *Gren's* Journal der Physik, B. VII p. 265.)

Nach *Scheele* (*Lavoisier's* physisch-chem. Schriften, teutsche Uebers. B. IV p. 94) geht eine Art von mephitischer Luft mit etwas fixer über, wenn man Kohlen in einer Retorte, an welche eine Blase angebracht ist, allein destillirt; hält man sie glühend und flammend darin, so geben sie brennbare Luft, aber nur bis zu einer bestimmten Quantität, und nachher keine mehr. Ein anderes Mal (*Encyclop. method. - Chim.* III p. 540) bemerkt er, wenn Kohlen allein erhitzt würden, so erhalte man mephitische, ein wenig fixe und zuweilen entzündliche Luft, die Kohlen aufgelöſst habe. Ferner führt er an (*Crell's* Annalen 1785, B. I p. 297), wenn man die brennbare Luft aus den Kohlen treibe, so enthalte zwar diese Luft etwas Luftsäure, welche man mit Kalkwasser davon scheiden könnte; werde sie aber verbrannt, so bleibe eine weit gröſsere Menge Luftsäure zurück.

Spielmann (*Historia aëris factitii, quam praeside Dn. Jacob. Reinh. Spielmann etc. solenniter defend. Joann. Frid. Corvinus. Argentorat.* MDCCLXXVI; allgemein nützliches chemisch-physik. Mancherlei, Th. I p. 67) setzte ein Pfund Kohlen in einer irdenen Retorte, sieben Stunden hindurch in einem Reverberirofen dem freien Feuer aus; und erhielt, vermittelst eines hydropneumatischen Apparats 1585 Kubikzoll Gas; der zurückbleibende Kohlenstaub war noch schwarz, und hatte drittehalb Unzen am Gewichte verloren. Das Gas, welches nach Urinphosphor roch, wurde durchs Schütteln nicht vom Wasser verschluckt, und brachte ihm auch keinen Geschmack bei, da aber an die Oeffnung der Flasche, die das Gas enthielt, eine Flamme gehalten

wurde, so wurde es selbst mit einem merklichen Knall entzündet, und brannte mit einer blauen Flamme, die allmählg in ihrem Halse herunterstieg, und die kurz nachher verlosch; wenn man aber die Flamme aufs Neue daran brachte, so wurde sie wieder erzeugt, und in kurzer Zeit verschwand sie wieder: wurde diese Beschäftigung so lange fortgesetzt, bis ohngefähr die Hälfte dieser Luft verbrannt, oder, wenn die Flasche einige Zeit offen in der gemeinen Luft geschüttelt wurde, dafs ein Theil des Gas herausging, und der übrige mit der gemeinen Luft gemischt wurde, so wurde die ganze Masse, wenn man eine Flamme heranbrachte, plötzlich mit starkem Geräusch und Knall entzündet.

Priestley erhielt (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen von Luft, II Th. aus dem Englischen p. 211) aus zwei Unzen Holzkohlen, in einem schmalen gläsernen Gefäfse, durch Feuer in drei verschiedenen Perioden Luft, davon die in der ersten ohngefähr ein Nössel betrug, und sah, dafs eine jede Portion das Kalkwasser trübte; doch wurde von der ersten nur der vierte Theil von dem Wasser nicht verschluckt, da hingegen bei der andern und dritten Portion beinahe die ganze Hälfte unverschluckt zurückblieb; der ganze Rest war entzündliche Luft. — An einem andern Orte (Versuche und Beobacht. über versch. Theile der Naturk. aus dem Engl. B. III p. 23) führt er an, er habe aus ohngefähr einer Unze eichener Kohlen gemeiniglich binnen einer Zeit von zwölf Minuten ohngefähr fünf Unzenmaase brennbares Gas erhalten. Doch bemerkt er dabei, dafs andere Thatsachen ihm dargethan hätten, dafs zu der Bildung dieser brennbaren Luft die Gegenwart von Wasser bei den Kohlen unumgänglich nothwendig sei. Auch bemerkt er einmal (p. 77 a. zuletzt a. O.) er habe aus der Holzkohle, in einer glasurten irdenen Retorte, zwei Tage hindurch ununterbrochen diese Luft erhalten.

Kirwan (dessen physisch-chemische Schriften, aus dem Englischen durch Crell, p. 350; Crell's Beiträge zu den chem. Annalen, B. III St. 2 p. 196) glühete ohngefähr eine halbe Unze trockener gepülverter Kohle bis zur Röthe in einem kleinen leicht bedeckten Tiegel, den sie beinahe anfüllte, einige Stunden lang; der Deckel hatte ein Loch, wodurch die entbundene Luft herausgehen konnte. Er fand, dafs sie brennbare Luft gab, die, wenn er sie von Zeit zu Zeit mit brennendem Papiere ansteckte, die ganze Zeit, in welcher er experimentirte, hindurch, mit blauer Flamme brannte.

Hielm erhielt (*kongl. vetenskaps Akademiens Nya Handlingar. T. X, for År. 1789 för Månaderne Jul. Aug. Sept.* p. 160 ff.; *Gren's* Journal der Physik, B. IV p. 270), als er Kohlenstaub für sich allein destillirte, Luftsäure, verdorbene Luft, und zuletzt entzündbare Luft.

Lavoisier (physisch-chemische Schriften, teutsche Ausgabe, B. I p. 241) liefs einen neuen und inwendig gut gereinigten Flintenlauf krumm biegen, das Zündloch und die Schwanzschraube zuniethen, und beide mit einem Stücke Eisen durch Anschweifsen bedecken, um noch sicherer zu seyn, dafs der äufsern Luft aller Zugang verschlossen wäre. Er that in denselben zwei Quentchen gepülverte Beckerkohlen, und setzte ihn mit einem hydropneumatischen Apparate in Verbindung. Als er sich vollkommen überzeugt hatte, dafs die Luft nicht eindrang, zündete er ein sehr starkes Feuer rund um den Flintenlauf an, und hielt ihn eine Stunde hindurch weifs-glühend. Anfänglich erfolgte eine Ausdehnung der Luft durch die Hitze, und die Oberfläche des Wassers fiel im Auffanggefäfse nach Verhältnifs, stieg aber, als das Feuer erloschen war, allmählig wieder in die Höhe, und als der Flintenlauf kalt geworden war, beinahe wieder so hoch, als sie vorher gestanden hatte; man erhielt nur dreizehn Kubikzolle Luft, die nach zwei Tagen bis auf acht abgenommen hatten. Der Kohlenstaub war, als er nach Beendigung des Verlusts gewogen ward, nur um sechs Grane leichter; auch glaubt L. dafs wahrscheinlich ein Theil davon am Flintenlaufe sitzen geblieben war.

Berthollet (*Memoire de l'Académie Royale des sciences à Paris* 1781; *Crell's* chem. Annal. 1788, B. I p, 246) brachte Kohlenstaub in einer mit der Luftgeräthschaft in Verbindung stehenden beschlagenen Glasretorte, in eine starke Hitze, und erhielt aus zwei Loth desselben 720 Würfelzolle Luft; der erste Theil derselben machte Kalkwasser ein wenig trübe; mit Salpeterluft veränderte er sich nicht. Die Luft, die auf diese folgte, fing an etwas entzündbar zu werden, und wurde es bis zu Ende immer mehr und mehr; sie brannte mit bläulicher Flamme, mit gemeiner Luft ohne Knistern, mit dephlogistisirter mit einem schwachen Knall. Was zurückblieb, war Kohle, dem Ansehn nach noch aller ihrer Eigenschaften theilhaftig; sie hatte genau vom Lothe ein Quentchen am Gewichte verloren. Später sagt Derselbe (*Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. IX p. 342, übersetzt aus dem *Esprit des Journaux*, *Bruxelles*, *Niv. X* (Jan. 1802) p. 183—193), die Kohle gebe, im pneumatisch-chemischen Apparate destillirt, nicht länger Kohlenstoff-Wasserstoffgas, als bis ihr Sauerstoff erschöpft sei; der Rückstand bestehe blos aus Kohle und einer geringen Menge Wasserstoff, den ihr die mäfsige Hitze nicht entziehen könne. Als Derselbe (*Observations sur le charbon et les gas hydrogènes carbonnés*, *lues à l'institut national le* 26 *Messidor an IX*, *par le citoyen Berthollet*, *Paris*, *Baudouin. Germinal an X; Wolff's* Annalen der chemischen Litteratur B. I p. 274; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. X p. 621) 50 Grammen (= 13 Drachmen 26 Gran) Kohlen der Destillation aussetzte, erhielt er 4500 Cubik-Centimeter (= 2295 Cubikzoll) Gas, wobei die Kohlen 6 Grammen

(= 1 Drachme 33 Gran) am Gewichte verloren. Er bemerkt dabei, daſs ein Theil des Gewichtsverlustes auf Rechnung von Wasser und Kohlensäure zu setzen sei, die sich im Anfange entwickelten; daſs, wenn man die Kohle noch ferner der heftigsten Hitze ausgesetzt hätte, sie beinahe noch ein Mal so viel am Gewicht verloren, und während derselben unausgesetzt Wasserstoffgas, das nur wenig Kohlenstoff enthält, geliefert haben würde.

Morveau (*Guyton*) lieſs (*Crell's* chemische Annalen von 1788, B. II p. 119) Kohlenstaub in einem gut verdeckten Tiegel, den er eine halbe Stunde hindurch rothglühend erhielt, sehr wohl trocknen. Als der Tiegel so weit abgekühlt war, daſs man ihn öffnen konnte, ohne Furcht, daſs sich die Kohle entzündete, so brachte man ihn in eine porcellanene Retorte, deren Inhalt 10 Cubikzolle betrug: füllte sie bis an den Hals an, und drückte jenen zu wiederholten Malen zusammen, um so wenig leeren Raum als möglich, in der Retorte zu lassen; es lieſsen sich zwei Unzen drei Quentchen 57 Gran Kohlenstaub hineinbringen. Er legte sie nun unmittelbar ins Feuer in eine Art von Cupulofen: der Hals der Retorte wurde unter eine mit Wasser gefüllte Glocke geleitet, und das Feuer bis zum Rothglühen verstärkt. Man erhielt während drittehalb Stunden nur viertehalb Cubikzoll einer Luftart, die sich weder an sich noch in Verbindung mit atmosphärischer Luft entzünden lieſs, die aber mit Salpeterluft vermischt, eben so wie schwache atmosphärische Luft vermindert wurde. Hieraus folgt nach ihm, daſs das Feuer aus der trocknen und reinen Kohle weder brennbare noch fixe Luft entbinde.

Gren will bei der trocknen Destillation der Kohlen dieselbe Luft erhalten haben, als die Verbrennung derselben liefert. (*Crell's* Beiträge zu den chem. Annal. B. II p. 441.)

Nach *Fourcroy* (*Système des connaiss. chim.* I p. 183) geben alle im pneumatisch-chemischen Apparate erhitzten Kohlen gekohltes Wasserstoffgas und Kohlensäure.

Parrot und Grindel (*Scherer's* Journ. B. IV p. 449) nahmen eine zwanzig Zoll lange, am einen Ende gebogene, am andern gerade und zugeschmolzene Röhre von ½ Zoll im Durchmesser, und füllten sie zwei Zoll hoch mit vollkommen geglüheten, glühend gestoſsenen, Kohlen an, legten das zugeschmolzene mit Kohlenpulver gefüllte Ende in glühende Kohlen, das offene aber in den Quecksilberapparat unter ein mit Quecksilber gefülltes Glas, um die sich bei der Erhitzung entwickelnden Luftarten aufzufangen. Es kam, gleich zu Anfang, nur eine einzige kleine Luftblase, welche man bloſs der Ausdehnung der in der Röhre enthalten gewesenen atmosphärischen Luft zuschreiben konnte. Während eines eine Viertelstunde fortgesetzten so starken Glühens, daſs die Röhre sich krumm bog, und beinahe in Fluſs kam, wobei die Kohle durch und

durch glühete, entwickelte sich gar keine Luft mehr. Sie nahmen nun die Röhre heraus, und fanden, daſs sie einen kleinen Riſs am Boden erhalten hatte. Nun wurde eine andere gerade ⅞ Zoll weite Röhre gleichfalls zwei Zoll hoch mit Kohlenpulver gefüllt und erhitzt. Während eines beständigen Glühens von ¾ Stunden entband, sich keine Luft. Die Röhre blieb im Feuer ganz. Die Kohlen waren beständig durch und durch glühend, es erzeugte sich weder Luft noch Asche. Während des Glühens wurde eine dünne Röhre hineingesteckt, bis drei Zoll von der innern glühenden Kohlenfläche, und vermittelst derselben auf dieselbe geblasen. Es entstand eine kleine Entzündung wie von Knallluft; die Röhre beschlug mit einem schwachen Dunste, welcher besonders dadurch sichtbar wurde, daſs der Kohlenstaub bei der Bewegung in der Röhre häufig an den innern Wänden klebte. Nach mehrmaligem Wiederholen wurde eine merkliche Quantität Asche an den Wänden der Röhre beobachtet. Dann wurde der ganze Versuch beendigt, und es fand sich, daſs die $\frac{1}{16}$ Zoll dicke Röhre durch die Hitze beträchtlich gebogen, mithin nahe am Schmelzpunkte gewesen war. Die herausgenommenen Kohlen beider Röhren schienen keine Veränderung erlitten zu haben.

Clement und *Desormes* (*Annales de Chimies*, *XXXIX*, *Nro.* 115 p. 29; *Wolff's* Annalen der chem. Litteratur, B. I p. 362; *Crell's* Annal. der Chemie 1801, B. II p. 318; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie B. VII p. 329; *Thomson's* System der Chemie, Uebersetz. von *Wolff*, B. I p. 703) brachten 10 Grammen gewöhnliche Kohle in eine gläserne lutirte Retorte, die in ein kleines Sandbad in einem Reverberirofen gelegt war. Am Halse der Retorte war eine Verlängerung und eine Sicherheitsröhre angebracht, welche sich in ein Gefäſs, das mit Kalkwasser angefüllt war, endigte, mit einem zweiten in Verbindung stand, und endlich zu einer Glocke führte, die mit Wasser gefüllt war. Sie erhitzten die Retorte zwei Stunden lang. Als die Luft aus den Gefäſsen übergegangen war, entband sich eine groſse Menge Gas, welches sorgfältig gesammelt wurde. Beim Zerbrechen der Retorte fanden sie 8,56 Grammen rückständige Kohlen, in der Verlängerungsröhre waren 0,5 Grammen Wasser. Sie hatten 1,8 Litres Gas gesammelt, von dem 0,08 vom Kalkwasser absorbirt wurden, und die 1,72 Litres entzündeten sich eben so wie brennbares Gas. Alles dieses Gas entwickelte sich in der ersten Stunde der Operation, und in der zweiten wurde fast nichts erhalten, welches Ihnen beweiſst, daſs die Kohle, wenn sie stark ausgeglühet ist, nicht mehr fähig ist, Gas hervorzubringen. Ferner brachten sie zehn Grammen Kohle in eine eiserne Röhre, welche mit einem mit Kalkwasser gefüllten Gefäſse in Verbindung war, und von da zu einer mit Wasser angefüllten Glocke führte, und unterhielten das Feuer zwei Stunden lang. In der ersten Stunde entband sich ein Gas, welches

das Kalkwasser trübte, und fähig war, sich zu entzünden und zu brennen; hernach hörte aber die Entbindung auf, obgleich das Feuer noch fortgesetzt ward. Das Gefäfs, worin sich das Kalkwasser befand, hatte eine Zunahme von 0,1 Grammen erlitten, und das gesammelte Gas betrug 0,9 Litres am Volum.

De la Metherie (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe B. II p. 74) sagt, thut man die auf trocknem Wege durch Verbrennen des Holzes erhaltene Kohle in eine Retorte, und giebt ihr heftiges Feuer, so giebt sie Wasser, Luftsäure, brennbare Luft, reine und phlogistische Luft. Zuweilen erhält man wohl etwas Oel, wenn sich noch einige Theile darin befinden, welche nicht völlig verkohlt sind.

Cruikshank (*Nicholson's* Journal, 1802 V. 210; *Crell's* Annalen 1802, B. I p. 238; *Thomson's* System der Chemie, Uebersetzung durch *Wolff*, B. I p. 702) fand, dafs, wenn man fein gepülverte Kohlen bei starkem Feuer destillirt, man ein Gas erhält, das im Anfange der Destillation aus neun Theilen Kohlensäure und 57 Theilen gekochtem Wasserstoffgas, nachher aus drei Theilen des ersten und 55 des andern besteht, und ganz am Ende völlig reines gekohltes Wasserstoffgas ist.

Hildebrandt (Encyclop. der Chemie, erster Th. 6 Heft p. 1096) sagt, wenn die Kohle bei dem Brennen, wodurch sie dargestellt ward, nicht hinlänglich starke Glühhitze ausgehalten hat, so giebt sie in stärkerer Glühhitze noch etwas Wasserstoffgas; aber hinlänglich ausgeglühete und nachher nicht wieder befeuchtete, frische, oder an einem recht trockenen Orte aufbewahrte Kohle giebt auch in der stärksten Gluth, so lange die Luft ausgeschlossen bleibt, keine Spur von Gas.

Morell bemerkt (chemische Untersuchung einiger der bekanntern und besuchtern Gesundbrunnen und Bäder der Schweiz u. s. w. Bern 1788 p. 50), man könne in einer verschlossenen Retorte bei gehöriger Vorrichtung aus einigen Loth Kohlen einige hundert Cubikzoll entzündliche Luft entwickeln.

Wenn *Priestley* Stückchen Holzkohlen, welche die Electricität sehr unvollkommen oder gar nicht fortleiteten, wieder aufs Neue in einem Schmelztiegel oder Flintenlaufe, den er bis oben mit Sande angefüllt hatte, zu Kohlen brannte, und sie in einer starken Hitze stehn liefs, so konnte er sie dadurch zu den vollkommensten Leitern machen. Doch konnte er nie bemerken, dafs die Holzkohlen bessere Leiter wurden, wenn er fortfuhr, sie in dem Grade zu erhitzen. 1) 2)

1) *Es ist wohl gewifs, dafs man aus völlig reiner Kohle, wenn man der atmosphärischen Luft den Zutritt vollkommen versperrt, durch Erhitzen keine Luft erhalten würde; ob aber die Kohle völlig rein zu erhalten ist, ist noch eine andere Frage, die bei Kohle und Wasser, Kohle und Wasserstoffgas u. s. w. noch näher untersucht werden wird.*

Kohle und Feuer.

Priestley sagt (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre, B. III p. 22 ff.): „Man hält allgemein dafür, daſs die Holzkohle ohne Zutritt der Luft nicht zerstört werden könne; allein ich habe die Bemerkung gemacht, daſs sie im luftleeren Raume vollkommen zerstört oder zersetzt, und wenn man das durch eine Linse verstärkte Sonnenlicht darauf wirken läſst, gänzlich in entzündliche Luft verwandelt wird, so daſs nichts weiter als etwas weiſsliche Asche zurückbleibt; diese Asche beträgt aber an Menge so wenig, daſs sie selten, und überhaupt nur dann sichtbar ist, wenn es sich zuträgt, daſs einige Stäubchen beim Herumfliegen in dem Cylinder den einfallenden Sonnenstrahlen gleichsam entgegen kommen. Wenn man sich die Mühe geben wollte, die Asche zu sammeln oder zu wiegen, so würde man eine ganz vergebliche Arbeit unternehmen; denn man bekommt in der That so wenig davon, daſs man dem Anscheine nach die von mehreren Pfunden Holz zurückbleibende Asche kaum einen Gran schwer annehmen kann. Die Luft, die ich auf jene Art erhielt, ist gänzlich entzündbar, und hat durchaus keine fixe Luft beigemischt. Indessen muſs, wenn man eine solche reine brennbare Luft aus der Holzkohle erhalten will, diese letztere vollkommen gut bereitet, oder bei einer Hitze gemacht seyn, welche alle Luftsäure, die im Holze enthalten ist, auszutreiben hinreicht; auch muſs dieser Feuersgrad so lange unterhalten werden, bis das verkohlende Holz blos zündbare Luft von sich giebt." Diese Erfahrung citiren auch *Macquer* (in s. chem. Wörterb., teutsch d. *Leonhardi*, B. II p. 789) und *v. Crell* (in den chem. Annalen 1796, B. I p. 295).

Nachher, sagt *Priestley* (a. a. O. p. 202) habe er gefunden, daſs etwas Feuchtigkeit zur Erzeugung jener Luft unumgänglich nothwendig sei. Als er 4 Gran Holzkohle auf die oben angeführte Art mit dem Sonnenlichte im luftleeren Raume behandelte, erhielt er 20 Unzenmaaſse Luft, die durchaus entzündlich war, doch das Kalkwasser etwas trübe machte, ob er gleich eine wirkliche Verminderung nicht bemerken konnte. Zu einer andern Zeit gaben 4 Gran Holzkohle 24 Unzenmaaſse Luft, die gar keine Luftsäure enthielt. Er streute einen Gran Holzkohle in dem luftleeren Raume herum, und er bekam 6 Unzenmaaſse Luft daraus, die schlechterdings gar keine Luftsäure enthielt. Doch war die letzte Kohle der freien Luft vorher lange ausgesetzt gewesen.

2) Die schon zur Verhütung der Fäulniſs, oder zum Entfärben angewandte (nach den Phlogistikern „die mit brennbarem Wesen gesättigte") Kohle wird zu diesem Gebrauche, nach Lowitz, wieder tauglich, wenn sie durchgeglühet wird.

Fünftehalb Gran Holzkohle gaben 22 und $\frac{1}{2}$ Unzenmaas, 3 und $\frac{1}{4}$ Gran aber $23\frac{1}{2}$ ähnliches Maas Luft, in welcher er ebenfalls keine Luftsäure entdecken konnte. Aus ohngefähr $3\frac{1}{2}$ Gran Kohle von Eichenholz erhielt er $15\frac{1}{2}$ Unzenmaafse brennbarer Luft, die mit gar keiner Luftsäure vermischt war; 20 Unzenmaafse dieser Luft wogen $4\frac{1}{4}$ Gran weniger, als eine gleich grofse Menge gemeine Luft. 1)

Angebrannte Kohlen verlöschen im luftleeren Raume. (*Encyclop. méthod. Chim. T.* III p. 360.)

Diamant und Wärme.

Der Diamant kann nicht geschmolzen werden, die Hitze, der man ihn aussetzt, mag noch so grofs seyn. (*Valentin Kräutermann* neu vermehrtes historisch-medicinisches *Regnum minerale etc.* Frankfurt und Leipzig 1726 p. 153.)

Im Jahre 1768 brachte *d'Arcet* (*Memoire sur le diamant, et quelques autres pierres precieuses traités à feu p. Mr. d'Arcet à Paris* 1771. 8.; *Rozier Observat. etc.* T. I. P. II. Aout 1771. p. 98. ff; *Crell's* chem. Journal u. s. w. p. 169. ff.; *Fischer's* phys. Wörterb. B. I. p. 677; *Lavoisier's* phys. chem. Schrift, B. II. p. 172 f.) zwei Diamanten von starkem Feuer und $\frac{1}{16}$ Karat, jeden abgesondert in einen Tiegel von Porcellan, von denen der eine vollkommen geschlossen war, der andere aber in seinem Deckel einige kleine Löcher hatte, in die Hitze eines Porcellanoffens; alle beide verschwanden wie die reinsten Wassertropfen. Er wiederholte diese Versuche im Jahre 1770 auf Verlangen der Pariser Akademie. Er brachte anfangs einen Diamant in einen porcellanenen Tiegel, dessen Deckel, um desto fester zu schliefsen, an den Rand des Tiegels angeschliffen war; man liefs ihn im Feuer bis das Porcellan gebrannt war; als man den Tiegel öffnete, war keine Spur von Diamanten zu bemerken. Jetzt schlofs Derselbe einen Diamant in eine Büchse von Porcellanteig ein, die er in zwei Halbkugeln theilte; er brachte den Diamant so an, dafs er ein wenig auf eine der beiden Halbkugeln drückte, und oben die andere ankittete, so, dafs es unmöglich war zu erkennen, von welcher Seite die Kugel geöffnet worden war; die Kugel kam wieder ganz aus dem Feuer; als er sie vorsichtig zerbrach, fand er den Diamant, der seiner Natur nach schwärzlich und sehr hart war; die ganze innere Fläche seines Lagers war mit einer Art von Rauch geschwärzt; der Diamant hatte seine Farbe verloren, und

1) Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, daſs diese Luft durch Einwirkung der Kohlen auf anhängende Wassertheile gebildet werde, und wahrscheinlich war sie nicht von gekohltem Wasserstoffgas frei.

und seine Oberfläche war matt; als der Stein wieder geschliffen war, fand der Juwelirer, dafs er zwar weifs geworden war, aber weder an Gewicht, noch Glanz noch Härte verlohren hatte; aber derselbe Diamant wurde, da man ihn wie das erste Mal ins Feuer brachte, flüchtig, bis auf zwei kleine sehr leichte Stücke, die aber doch noch grofs genug waren, dafs sie der Juwelirer erkennen konnte. Ein zweiter Diamant, eben so eingeschlossen und geschmolzen, überzog einen Theil seines Lagers mit einer Art von Glasur. Der verglafste Theil verhielt sich wie Diamant. Ein vierter Diamant, gleichfalls in eine Kugel von Porcellanteig eingeschlossen, ging davon ohne Rauch oder eine andere Spur nachzulassen. Ferner stellte er drei Diamanten, den einen von $\frac{1}{8}$ Karat, die beiden andern jeden von $\frac{1}{18}$ in drei kleinen Kapellen von Porcellan fünf Stunden lang unter die Muffel, und alle drei waren verflogen. Bei diesem Verfahren hatte er Gelegenheit zu beobachten, was während der Arbeit vorging; er zog die Kapellen zu mehreren Malen heraus, und bemerkte, dafs die Oberfläche matt wurde, und sich merklieh blätterte; er konnte selbst mit einer einfachen Glaslinse die Unregelmäfsigkeit der Blättchen sehen, die durch das unregelmäfsige Abdampfen sichtbar geworden war; aber er sahe nichts von dem Rauche, dessen *Boyle* erwähnt (siehe Luft, Diamant und Wärme).

Macquer (*Crell's* Journ. d. Chemie, B. VI. p. 178; *Lavoisier's* phys. chem. Schrift, p. 175.) machte einen Versuch in Gegenwart von 17 sehr gelehrten Männern, unter denen die bekannten *d'Arcet*, *Bucquet*, *Rouelle* und *Godofroy* waren, mit einem glänzenden $\frac{4}{18}$ Karat wiegenden brillantirten Diamant, der ohne Fehler war, ausser dafs er ein wenig ins Gelblichte spielte, den *Godofroy* hergegeben hatte. Als der anzuwendende Ofen gehörig erwärmt war, stellte man eine Kapsel aus sehr strengflüfsigem Thone vor die Muffel, damit sie sich langsam und ohne zu springen erwärmen möge. Da die Muffel roth glühete, brachte man den Diamant hinein, und liefs ihn gleichfalls einige Zeit vorn unter der Muffel; als man nun die Kapsel auf das Muffelblatt gestellt hatte, schlofs man die Oeffnung zu, und gab starkes Feuer. Nach 20 Minuten fand man den Diamant wie einen Leuchtstein leuchtend; aber noch vollkommen ganz, und sogar schien es, als ob er am Umfange zugenommen habe. Da man die Kapsel wieder aufmerksam hinten unter die Muffel gebracht, und die Thüre geschlossen hatte, gab man wieder 40 Minuten lang Feuer. Nach dieser Zeit fand man nicht mehr die mindeste Spur vom Diamant, und nicht die geringste Spalte, oder den geringsten Flecken an der Kapsel.

d'Arcet und *Rouelle* (*Rozier Observat. sur la physiq.* 12. T. I. P. I. (*Janv.* 1772) p. 131—158. = *Introduct. aux Observ. sur la physiq.* 4. I. p. 480—488. = Samml. brauchbar. Abhandl. aus Hrn. *Rozier's* Beobacht. über Natur und Kunst', B. I. p. 99. ff. = *Crell's* n. Entdeck. in der Chemie, Th. VIII.

p. 242. ff. = *Lavoisier's* phys. chem. Schrift, B. II. p. 176.) machten folgende Versuche über diesen Gegenstand am 16ten Aug. 1771 in Gegenwart vieler fürstlicher und gräflicher Personen, so wie verschiedener Mitglieder der Akademie, und anderer einsichtsvoller Männer.

Sie hatten hiezu vier Diamante bestimmt, von denen der erste vier und ein Viertel Gran, der zweite ¾ Gran, der dritte 5, und der vierte 4¾ Gran Karatgewichte wog. Der letztere wurde in einen aus Kohlenstaub, Kreide und Wasser bereiteten Teig gewickelt, dann in einen kleinen Schmelztiegel aus Teutschland gethan, und die ganze Masse mit angefeuchtetem Kohlenstaube zugedeckt. Hierauf liefsen sie alles bei gelinder Wärme trocknen, und setzten sie sodann in den Schmelzofen unter die Muffel. Dies geschah um 4 Uhr 46 Minuten Nachmittags. Die übrigen drei Diamante legten sie in kleine Kapellen, die aus ungebranntem Porcellan bereitet waren, und setzten sie, nachdem die Kapellen vorher getrocknet und gehörig erhitzt waren, unter die Muffel neben den kleinen Schmelztiegel, worin der erste enthalten war. Es war um 4 Uhr 43 Minuten. Man hatte eine kleine Oeffnung gelassen, um die Veränderungen, die die in den offenen Gefäfsen befindlichen Diamante erleiden mögten, beobachten zu können. Um 5 Uhr 4 Minuten wurden sie rothglühend, aber der Glanz ihrer Röthe war matt, und von dem Glühen der Kapellen darin unterschieden, dafs diese weifser glüheten. Um 5 Uhr 18 Minuten wurde der zweite Diamant, welcher der kleinste war, sehr glühend, und um 5 Uhr 28 Minuten hatte sein Glanz einen noch höhern Grad erreicht. Die übrigen beiden glüheten jetzt nicht sehr hell, aber um 5 Uhr 37 Minuten erhielten sie einen hellern Glanz, vorzüglich der erste. Um eben diese Zeit bemerkte man deutlich, dafs sich die Gröfse des zweiten merklich vermindert hatte. Um 5 Uhr 45 Minuten, da sie alle drei sehr stark glüheten, konnte man sehr deutlich wahrnehmen, dafs der zweite heller als der erste, und dieser heller als der dritte glühete. Um 5 Uhr 55 Minuten sah man an dem ersten und dritten keine merkliche Veränderung, die das Glühen verursacht hätte; da man aber die Kapelle des zweiten mit aller Behutsamkeit herausgenommen hatte, bemerkte man, dafs dieser beinahe ganz verflogen war: denn das kleine Stückchen, das sich noch fand, konnte man ohne das Mikroskop kaum erkennen. Seine Durchsichtigkeit hatte es verloren, und war milchfarben. Neben herum sah man in der Kapelle kleine runde Körner liegen; da diese aber eine bunte Farbe hatten, so vermuthete *d'Arcet* eher, dafs sie von der Muffel herab in die Kapelle gefallen sein mögen, als dafs sie von dem Diamante sollten hergerührt haben. Um 6 Uhr nahmen sie den dritten, der von Natur etwas unrein war, heraus. Er war merklich kleiner; und man sah an ihm einige scharfe Ecken, die er zuvor nicht hatte. Seine Oberfläche war uneben, und er war nicht mehr so durchscheinend wie zuvor, son-

dern milchfarbig, wie ein Stückchen Krystall aus Magadaskar. Vor dem Glühen wog dieser Diamant reichlich fünf Gran, und jetzt kaum 2. Um 6 Uhr 20 Minuten wurde auch der erste Diamant aus dem Feuer genommen. Er war viel kleiner als der vorige, aber dem ohngeachtet hatte er noch scharfe Ecken, und überdies auch eine spitze Erhebung auf der einen Seite. Uebrigens war er noch sehr glänzend. Um ihn herum lagen gleichfalls feine weiſse durchsichtige Körner in der Kapelle, die aber gewiſs kaum $\frac{1}{20}$ Gran zusammen ausmachten. Er wog nur noch $\frac{1}{2}$ Gran, es waren demnach von ihm $4\frac{3}{4}$ Gran verlohren gegangen. Jetzt wurde die Frage aufgeworfen, ob die kleinen Körner, welche man in den Kapellen fand, Diamanttheilchen, oder von der Muffel herabgefallene Erdtheilchen wären. Um sie zu entscheiden, wurde das kleine Stückchen, welches vom zweiten Diamante übrig geblieben war, sowohl, als die gedachten kleinen Körner, jedes in eine besondere Kapelle gethan; beide Kapellen wurden mit denen, worin der erste und der dritte Diamant gewesen war, mit ihren darin befindlichen Körnern wieder ins Feuer gebracht, worauf man alles noch ein Mal bis um 7 Uhr 35 Minuten aufs Stärkste glühen lieſs. Dann nahmen sie sie wieder heraus. Das kleine Stückchen Diamant war ganz verschwunden; die kleinen Sandkörner hingegen fand man unverändert in allen drei übrigen Kapellen, ja es schien sogar, als ob sie sich vermehrt hätten, woraus es wahrscheinlich wird, daſs mehrere dergleichen Theilchen von der Muffel herunter gefallen sind. Um 7 Uhr 15 Minuten, da das Feuer bisher beständig gleich stark unterhalten worden war, zog man auch den Schmelztiegel mit dem vierten Diamante unter der Muffel hervor, und lieſs ihn abkühlen. Hierauf schütteten sie die darin enthaltene Masse heraus, und fanden, daſs der Kohlenstaub, dessen sie sich zu der Hülle um den Diamant bedient hatten, ganz verschwunden war, indem diese blos aus einem weiſsen Kalke zu bestehn schien. Man zerbrach die Hülle; der Diamant war weg: man sah nichts als die Höhle, die er eingenommen, und den Abdruck, den die Figur des Diamants gebildet hatte. Man muſste sehr behutsam verfahren, denn die Hülle war sehr zerbrechlich.

Macquer, *Lavoisier* und *Adet* (*Lavoisier's* phys. chem. Schrift; teutsche Ausg. B. II. p. 180. ff.; Sammlung brauchb. Abhandl. aus *Rozier's* Beobacht. über Natur und Kunst, B. I. p. 114. ff.) stellten gemeinschaftlich im Jahre 1772 folgenden Versuch an: $19\frac{5}{8}$ Grane (Markgewicht) Diamanten wurden in eine kleine auswendig mit Erde überzogene Retorte von Steinzeug gethan; die gröſsten von diesen Diamanten wogen $\frac{1}{2}$ Gran, es waren aber viele kleinere darunter, und die feinsten waren eigentlich nur ein grober Diamantstaub, vor die Retorte ward eine gläserne Vorlage vorgelegt, und genau mit fettem Kitte verkittet; endlich war in dem gläsernen Kolben, der zur Vorlage

diente, ein kleines Loch gelassen, um der in den Gefäſsen befindlichen Luft Ausgang zu verstatten; als die Retorte in den Ofen gelegt war, heitzte man anfänglich langsam, verstärkte die Hitze allmählig, und gab zuletzt drei Stunden hindurch ein sehr heftiges Feuer. Nach Verlauf dieser Zeit glaubte man die Gefäſse kalt werden lassen zu müssen, nahm sie aus einander, und fand in der Vorlage blos einige wenige wäſsrige Dämpfe, welche die Zerlegung des Kittes geliefert hatte, denn aller angewandten Vorsicht ungeachtet, war derselbe doch erweicht, und zum Theil gleichsam verbrannt worden, die Retorte war unverletzt und ganz: wie man sie schüttelte, hörte man die Diamante noch in ihrem Innern rasseln, und wie man sie umkehrte, sah man dieselbe noch beinahe eben so gut beschaffen herausfallen, als man sie hinein gethan hatte; sie hatten blos fast allen ihren Glanz verlohren, ihre Oberfläche war mit einem schwarzbraunen Ueberzuge bedeckt, und die Retorte inwendig mit einer beinahe ähnlichen Lage überzogen. Als die Diamanten jetzt wieder auf die Wage gebracht wurden, wogen sie nur $16\frac{1}{2}$ Gran, anstatt der $19\frac{5}{8}$ Gran, die sie vorher am Gewicht betrugen. Als die Retorte zerschlagen ward, fand man, daſs einige Antheile des Diamantstaubes am Boden der Retorte zurück geblieben waren, und daselbst fest saſsen, ohne Zweifel vermittelst einiger Sand- und Erdtheilchen, welche die Heftigkeit des Feuers erweicht, und gleichsam zur Schmelzung vorbereitet hatte; dieser Antheil von Diamanten wog ohngefähr $\frac{3}{4}$ Gran, woraus man schloſs, daſs die Abnahme, die die Diamanten bei dieser Verrichtung am Gewichte erlitten hatten, $2\frac{22}{32}$ Grane $= \frac{1}{7}$ ihres Gewichts betrug. Das Feuer war bei diesem Versuche viel heftiger gewesen, und hatte viel länger angehalten, als zur Verdünstung des Diamants in freier Luft erforderlich war.

Während sie sich mit diesem Versuche beschäftigten, schlug ein gewisser Juwelirer *Maillard* vor, mit drei Diamanten, die er mitgebracht hatte, Versuche im Feuer anzustellen, bei welchen sie durchaus nicht mit der atmosphärischen Luft in Berührung kämen. Er erhielt deshalb den Auftrag, seine Diamanten selbst so einzupacken, als er es für dienlich zu seinem Zwecke halten würde. Er that sie in den Kopf einer mit feinem Kohlenstaube angefüllten Tabackspfeife, welche genau mit einem dünnen Eisenbleche verschlossen, und darauf über und über mit Leime aus mit Salzwasser angerührtem Gieſsande genau verklebt.

Als der Tiegel trocken war, ward er in einen Ofen gestellt, wo er zwei Stunden hindurch ein sehr lebhaftes Feuer bekam, da man aber bemerkte, daſs die Stangen des Rostes ein wenig zu dicht an einander lagen, überdem auch die obere Oeffnung des Tiegels nicht groſs genug war, und dem Raume des Ofens nicht entsprach, so brachte man auf *Macquer's* Vorschlag den dreifachen

glühenden Tiegel in den von *Macquer* 1) angegebenen, und in den Schriften der Pariser Akademie beschriebenen Windofen, nachdem vorher ein starkes Feuer darin angemacht, und die Kohlen recht im Brande waren, mit der möglichsten Vorsicht hinein. Man gab in diesem letzten Ofen zwei Stunden hindurch das heftigste Feuer, worauf der Tiegel erweicht ward, und selbst die Theile des Ofens zum Flusse kommen zu wollen schienen; nach Verlauf verschiedener Stunden nahm man den Tiegel aus dem Feuer: er war fast von allen Seiten eingesunken, die Erde und der Kitt waren geschmolzen, und machten nur einen einzigen glasichten Klumpen aus; die Pfeife allein hatte sich mitten in diesem Boden gehalten, und war nicht verändert worden, sondern nur mit den verglaseten Stoffen, welche sie umgeben, zusammengebackt, und es war nicht möglich sie zu öffnen, ohne den ganzen Klumpen zu zerschlagen; sobald die Pfeife gespalten war, sahe man den Kohlenstaub so schwarz, wie er hineingethan war, und die drei Diamante mit ihren Flächen und ihrem Glanze, wie vor der Operation heraus kommen, nur mit dem Unterschiede, daſs diese auf der Oberfläche ein wenig ins Schwarze fielen. Als die Diamante zusammen und einzeln gewogen wurden, zeigten sie genau dasselbe Gewicht, als ehe sie dem Feuer ausgesetzt gewesen waren, und waren auch, nachdem sie wieder nachpolirt waren, eben so schön, als vorher. Das Feuer war bei diesem Versuch nach *Lavoisier* merklich heftiger, und viel länger fortgesetzt worden, als zur Zerstöhrung des Diamants in freier Luft nöthig war. *Macquer* übernahm es nun, die nemlichen Versuche in dem Porcellanofen zu *Sèves* zu wiederholen, und um keinen Zweifel dabei übrig zu lassen, ward *Maillard* ersucht, das Geräthe abermals selbst zuzurüsten. Der Diamant wog $2\frac{51}{64}$ Grane, ward, wie beim vorhergehenden Versuche in eine Tabakspfeife eingepackt, und auf eben die Weise verklebt; die beiden Tiegel, welche die äuſserste Umfassung ausmachten, wurden in einen groſsen Tiegel aus Porcellankapseln = Erde (*terre à gazettes de porcelaine*) gestellt, und der Zwischenraum mit Streusand (*sablon*) ausgefüllt. Dies Geräthe hielt in dem Porcellanofen zu *Sèves* 24 Stunden hindurch die höchste damals bekannte Stufe des Feuers aus; als es darauf, nachdem alles vollkommen kalt geworden war, aus dem Ofen genommen wurde, so wurde der erste Tiegel völlig unversehrt befunden; ein Theil des in demselben befindlichen Streusandes hatte sich mit dem Gieſssande verbunden, und war mit ihm geflossen, aber der Theil, der nicht so gelegen hatte, daſs er den Gieſssand berühren konnte, war wie reiner Streusand, nemlich so, wie man

1) *Sur les Argiles, et sur la fusibilité de cette espèce de Terre avec les Terres calcaires; par Mr. Macquer. Memoir. de l'Academie à Paris an.* 1785. *Man findet ihn auch in Baumé erläut. Experim. Chem. I. p.* 7. *ff. beschrieben und abgezeichnet.*

ihn ins Feuer gebracht hatte, beschaffen; die hessischen Tiegel waren gleichfalls von dem Giefssande angegriffen, und der oberste hatte ein Loch im Boden bekommen; die Pfeife war durch eine Art Bad von geschmolzenen Dingen erhalten worden, die sie umgeben hatten, ohne sie zu zerstören; die Platte von Eisenblech, die sie verschlossen hatte, war durch die Gewalt des Feuers geschmolzen und Eisenkörner geworden, welche in den Kohlenstaub gelaufen waren, der seine schwarze Farbe behalten hatte. Der Diamant steckte mit einer Seite beinahe halb in einem ziemlich grofsen Stücke geschmolzener Eisenkörner, der Theil, der frei war, hatte seine Flächen und seinen Glanz behalten, und der Diamant sah noch eben so aus, als wie er dazu genommen ward, nur dafs er eine schwache schwarze Farbe erhalten hatte; sie bemerkten, dafs er im Eisen gar nicht fest safs; der ganze Antheil, von dem man geglaubt hatte, dafs er in dem Eisen stecke, war verschwunden; die Hälfte des Diamanten war also zerstört; der nachgebliebene Theil aber keineswegs verändert; dieser Theil wog 1 und $\frac{1}{16}$ Gran, da der Diamant vor der Erhitzung $2\frac{1}{4}$ Grane gewogen hatte.

Nun machte auch *Mitouard* (am 30ten April 1772) verschiedene Versuche dieser Art (*Rozier's Observat. sur la physique*, 12. T. VI. P. I. Mai 1772. p. 105. ff. = *Introduct. aux Observ. sur la physiq.* T. II. p. 112. = Sammlung aus Hrn. *Rozier's* Beobachtung. B. I. p. 117. ff. = *Crell's* n. Entdeckung. Th. IX. p. 165. ff. = *Lavoisier's* physik. chem. Schrift; teutsche Uebersetz. B. II. p. 189. ff.) Er hatte drei Diamante, von denen der erste reichlich zwei Gran wog, und die Gestalt eines sehr platten Tafelsteins hatte; der zweite war von derselben Gestalt, und wog beinahe einen Karat; die Schwere des dritten, welcher noch roh, und überhaupt an seiner Oberfläche sehr unrein war, betrug 5 Gran. Zu dem ersten wählte er einen kleinen Schmelztiegel, den er ganz mit Kohlenstaube anfüllte, den Diamant oben darauf legte, und dann einen rouenschen Tabackspfeifenkopf darüber stürzte, den er mit einem eisernen Drahte an den Schmelztiegel befestigte, und an der kleinen Oeffnung, wo das Röhrchen abgebrochen war, mit angefeuchtetem weifsen Sande gehörig verschlofs. Auf gleiche Weise verfuhr er auch mit den übrigen Diamanten, nur dafs er bei dem zweiten anstatt des Kohlenstaubs den Schmelztiegel mit zerstofsener Kreide anfüllte, und bei dem dritten nichts, als den blofsen Diamant in den Schmelztiegel legte. Jedes Gefäfschen wurde in eine blecherne Kapsel gesetzt, mit einer Lehmrinde umhüllt, und dann in einen hessischen Schmelztiegel gethan, der gleichfalls mit einem andern bedeckt wurde. Nachdem die Gefäfse gehörig getrocknet waren, setzte man sie in den *Macquer*'schen Schmelzofen, an dessen Decke, um den Luftzug zu befördern, eine Röhre 8 Fufs hoch, und 5 Zoll breit angebracht war. Um 3 Uhr 5 Minuten wurde der Ofen voll glü-

hende Kohlen geschüttet, so, dafs diese die Schmelztiegel ganz bedeckten. Um 3 Uhr 25 Minuten glüheten sie schon; und um 3 Uhr 50 Minuten war auch die Zugröhre des Ofens durchaus glühend. Das Feuer war so heftig, dafs man als er die Thür des Ofens öffnete, gar keinen Unterschied zwischen den Wänden des Ofens und den glühenden Kohlen wahrnehmen konnte; alles glühete weifs. Um 5 Uhr 15 Minuten schüttete man noch einmal frische Kohlen hinzu, da dann das Feuer noch bis um 5 Uhr 35 Minuten dauerte. Als man nach ausgegangenem Feuer die Schmelztiegel heraus nahm, fand man sie durchaus verglafst. Man zerschlug sie, und fand, dafs der Diamant im Kohlenstaube weder von seiner Schönheit noch Gewicht im Geringsten verloren hatte; der zweite, in der Kreide, war nicht nur sehr rauh geworden, sondern hatte auch einige Flecken von verschiedener Farbe, und stumpfe Ecken bekommen; überdies auch beinahe einen Gran von seinem Gewichte verloren, und war mit der die rohen Diamante umgebenden Rinde überzogen; dem dritten, der allein in seiner Kapsel eingeschlossen gewesen war, fehlte ein reichlicher Gran an seiner Schwere. Uebrigens hatte er seine vorige Gestalt noch; aber er ward doch auf der Oberfläche etwas rauh, und seine bräunliche Farbe hatte sich in die schwarze verwandelt. An dem darauf folgenden Tage legte er zwei Diamante, die zusammen reichlich einen Gran wogen, und wovon der eine geschliffen, der andere aber roh war, in eine irdene Retorte, mit der er, nachdem sie in den Ofen gebracht war, eine Vorlage von derselben Materie gehörig verband. Es war um 2 Uhr. Man gab anfangs nur gelindes Feuer, aber nach und nach verstärkte man dasselbe, so, dafs um 4 Uhr der obere Theil des Ofens schon durchaus glühete, und auf diese Art unterhielt man es auch noch bis um 6 Uhr. Jetzt wurde die Retorte heraus genommen, worin man den geschliffenen Diamant noch eben so brillant wie zuvor fand; als er sich aber abkühlte, wurde er milchfarben. Der rohe hatte seine bräunliche Farbe auch nicht verändert, war aber doch merklich undurchsichtig. Um 4 Uhr hatte er in demselben Ofen unter einer Muffel einen rohen Diamant aus Savoyen in eine kleine Kapelle gelegt. Um 4½ Uhr glühete er vollkommen. Um 5½ Uhr verstärkte er das Feuer, indem er noch einen Blasebalg anbrachte, und frische Kohlen zuschüttete. Er nahm den Diamant heraus, und bemerkte, dafs seine Gröfse schon ziemlich vermindert war. Sein Glühen liefs sich vollkommen mit dem wellenförmig schwingenden Lichte des Phosphorus, wenn man ihn in freie Luft bringt, vergleichen. Um 6 Uhr war er schon gröfstentheils verschwunden.

Er brachte nun (*Rozier Observ. sur la phys.* 12. T. VI. P. II. Juin 1772. p. 122. ff. = *Introd. aux Observ. sur la phys.* 4. T. II. p. 197. = *Crell's* Entdeckung. Thl. IX. p. 170. f. = *Lavoisier's* Schriften, Th. II. p. 191. ff.) die nemlichen drei Diamante, welche er zuvor gebraucht hatte, in drei ähnliche

Geräthe, nur daſs er das Zwischenmittel veränderte; der Diamant, der im Kohlenstaube gelegen hatte, ward mit gepülvertem gebranntem Hirschhorne umgeben; der, welcher mit Kreide umgeben gewesen war, ward in Kohlenstaub gelegt, und der, welcher die Wirkung des Feuers allein, ohne ein Zwischenmittel in der Pfeife ausgehalten hatte, ward in gepülvertes Glas eingepackt; alle diese Diamante wurden der Wirkung desselben Feuers zwei und eine halbe Stunde ausgesetzt, worauf sich fand, daſs der im Hirschhorne $\frac{1}{16}$ von seinem Gewichte und die Politur verloren hatte; überdies war er auch schwarzfleckicht geworden; der im Kohlenstaube hatte sich gar nicht verändert, und der dritte war ganz verschwunden; das Glas hingegen dunkelgelb gefärbt worden. *Mitouard* wiederholte auch mit *Cadet* den Versuch, den Diamant aus der Retorte überzutreiben, wobei sie sich desselben Geräths und des nemlichen Ofens bediente, dessen ich vorher erwähnte; als sie das Geräthe nach 4 Stunden aus einander nahmen, fanden sie die Diamanten dem Anscheine nach wenig verändert, aber eine merkliche Abnahme am Gewichte.

Mitouard's Abhandlung war noch nicht im Drucke erschienen, als *Cadet* (*Rozier Observat. sur la physiq. seconde Ann.* T. II. P. I. Sept. 1772. p. 65 ff. = *Introd. aux Observ. sur la phys.* T. II. p. 401 ff. = Sammlung aus *Rozier's* Beobacht. B. I. p. 109 ff. = *Crell's* N. Entdeck. Th. IX. p. 172.) seine Versuche dieser Art mittheilte. *De Saint Vincent* hatte ihm dazu 12 Karate roher Diamante gegeben. Er nahm von diesen zwei, welche 10 Gran Markgewicht wogen, that sie in einen kleinen Tiegel der Art, welche man Tute nennt, bedeckte ihn mit einem andern Tiegel, und verklebte die Ränder mit Thon; der Apparat wurde nun in eine Esse gestellt, und das Feuer so stark angeblasen, daſs die Platte des Heerds, welche aus Guſseisen bestand, geschmolzen ward; die beiden Diamante verloren bei dieser Verrichtung ihren Glanz, aber nur $\frac{1}{12}$ an ihrem Gewichte; wie der nemliche Versuch in einem nemlichen Tiegel wiederholt ward, die Diamante aber in gepülverten Borax gepackt wurden, so drang letzterer durch die Zwischenräume des Tiegels, und verlor sich, aber die Diamante blieben unversehrt, und sahen nur ein wenig brauner aus. Zu einem zweiten Versuche in dem nemlichen Geräthe nahm er alle zwölf Karate Diamanten, die er besaſs: das Feuer war dieses zweite Mal heftiger, als das erste, und wurde durch den Wind dreier Bälge angeblasen. nicht allein die Platte der Esse, sondern selbst die Röhre des Blasebalges flossen und bedeckten den ganzen Tiegel; der Deckel der Tute wurde dadurch zum Theile verschlackt, und man nahm an dem Tiegel, der ihr zum Deckel diente, ein Loch wahr, welches durch und durch ging, von dem man aber vermuthete, daſs es erst in dem Augenblicke entstanden sei, da man im Begriffe war, das Feuer ausgehen zu lassen. Die Diamanten hatten um $\frac{1}{24}$ am Gewichte abgenommen.

Jetzt

Jetzt unternahm *d'Arcet* und *Rouelle* gemeinschaftlich eine Arbeit über diesen Gegenstand, die sie im Jan. 1773 bekannt machten. (*Rozier Observ. sur la phys.* 4. T. I. Janv. 1773. = Samml. aus *Rozier's* Beobacht. B. I. p. 123 ff. = *Crell's* N. Entdeck. Th. XI. p. 150 ff. = *Lavoisier's* Schriften, B. II. p. 197.) Die Masse ihrer Gefäſse war Porcellan, dessen Dicke 2 bis 3 Linien betrug. Ihre Höhe war nicht bei allen gleich groſs, sondern von der Gröſse einer Erbse bis zu der einer welschen Nuſs verschieden. Die Oeffnung, die bei einigen etwa 2 Linien, bei andern bis auf 4 Linien im Durchmesser betrug, verstopften sie mit einem Stöpsel von derselben Masse, welchen sie, wie die Glasstöpsel, einschmirgelten, so, daſs er genau in die Oeffnung paſste. Die Gefäſse wurden, um die Luft so gut als möglich hinaus zu jagen, vorher erhitzt, und alsdann am Feuer verschlossen, welches auf folgende Art geschah: Man rieb den Stöpsel mit Borax, und wenn man die Oeffnung damit verstopft hatte, wurde der Stöpsel von aussen mit einer andern Materie, die dem heftigsten Feuer Widerstand leistete, überzogen. Die gebrannten Porcellankapseln waren inwendig mit der gewöhnlichen Porcellanglasur überzogen. Sie verschlossen nun auf gedachte Art drei Diamante, die zusammen $\frac{1}{4}$ Gran wogen, in eine ungebrannte Kapsel, deren Höhle die Gröſse einer Pistolenkugel hatte, und lieſsen sie 45 Stunden lang in einem Feuer glühen, welches die rohe Porcellanmasse noch nicht völlig in Porcellan verwandelte. Sie zerschlugen nun die Kapsel, und fanden die drei Diamante zwar wieder, aber sie hatten ihren Glanz verloren, und man konnte mit dem Mikroskop die über einander gelegten Plättchen, in welche sich der Diamant nach ihnen ohne Zweifel bei seiner Zerstöhrung anfangs zersplittert, sehr deutlich sehen. Sie waren noch so hart, daſs man Glas dadurch schneiden konnte, aber man bemerkte augenscheinlich, daſs sich ihre Gröſse sehr vermindert hatte. Jetzt verschlossen sie diese drei Diamante nebst einem vierten, der auch schon zu einer andern Zeit im Feuer gewesen war, in eine Kapsel von gebranntem Porcellan, und glüheten sie sieben Stunden lang im Schmelzofen. Als sie die Kapsel zerschlugen, fanden sie die Diamante alle schwarz gefärbt, während das Porcellan ganz weiſs geblieben war. Sie schienen, wiewohl sie nicht gewogen wurden, wenig oder nichts von ihrem Gewichte verloren zu haben. Sie hatten zugleich einen Diamant, dessen Schwere $\frac{1}{5}$ Gran betrug in eine Kapsel verschlossen, und ihn nicht nur diese sieben Stunden, sondern noch überdem 6 Mal 24 Stunden lang geglühet. Die Kapsel hatte keinen Schaden gelitten, aber aller Vorsicht und Sorgfalt ungeachtet, fanden sie nicht das Geringste, was einem Ueberreste von dem Diamante ähnlich gewesen wäre. Ein roher Diamant, zwei Gran schwer, wurde 4 Mal 24 Stunden lang geglühet, und verlor $\frac{1}{50}$ Gran von seinem Gewichte. Eben dieser wurde aufs Neue in einer andern Kapsel wie vorher geglühet; er schien,

als man die Kapsel zerschlug, gleichsam durchlöchert, oder wie von Würmern durchfressen zu sein. Er wog nur noch 1$\frac{5}{8}$ Gran. Ein brasilianischer Diamant, $\frac{5}{8}$ Gran am Gewicht, lag 8 ganzer Tage im Feuer, und verschwand völlig. Drei andere von der Art, die zusammen $\frac{3}{8}$ Gran wogen, und ebenfalls 8 Tage hinter einander glüheten, wurden gleichfalls völlig zerstört. Ein Brillant, der reichlich einen Gran wog, und in einer Kapsel mit gebranntem Hirschhorn war, verlor, nachdem er zwei Mal 24 Stunden im Feuer gelegen hatte, die Politur und die Hälfte von seinem Gewichte. Das den Diamant unmittelbar umgebende Hirschhorn hatte seine Gestalt nicht verändert, aber nahe an der innern Kapselfläche war es gleichsam in eine solide Masse verwandelt. Diesen Diamant legte man nebst kleinen Kügelchen aus Porcellan, die wie Schrotkörner aussahen, um den Raum ganz auszufüllen, in eine neue Kapsel, und liefs ihn 7 Tage nach einander im Feuer, worauf er nur noch $\frac{1}{7}$ Gran wog. Ein dünner Tafelstein, den man in die Mitte einer mit geglüheten Flufsspat angefüllten Kapsel legte, und so dem Feuer aussetzte, verschwand gänzlich. Im Schmelzofen, wo das Gebläse die Kraft des Feuers sehr verstärkt, verlor ein $\frac{2}{7}$ Gran schwerer Diamant $\frac{1}{12}$ seines Gewichts in eilf Stunden, und wurde gelblich. Der Flufsspat verglafste sich in beiden Fällen nicht völlig. Ferner ein Diamant, der einen Gran wog, und in eine Kapsel, die nur getrocknet war, verschlossen wurde, verlor in dem Feuer, welches die Masse der Kapsel in vollkommenes Porcellan verglafste, reichlich die Hälfte von seinem Gewichte, und schien gleichsam mit einem weifsen Häutchen umzogen zu sein. In eben diesem Feuer wurde ein anderer $\frac{3}{4}$ Gran schwerer Diamant in einer Kapsel aus gebranntem Porcellan um $\frac{1}{16}$ seines Gewichts leichter. Ein brasilianischer Diamant, welcher $\frac{7}{8}$ Gran wog, und in einer ungebrannten Porcellankapsel so lange glühete, bis sich die Masse der Kapsel in vollkommenes Porcellan verwandelt hatte, verlor die Hälfte von seinem Gewichte. Ein anderer von derselben Art, $\frac{1}{2}$ Gran schwer, wurde unter eben diesen Bedingungen sehr rauh, und so klein, dafs man die Verminderung ohne ihn zu wägen beurtheilen konnte. Ueberdem machten sie auch den Versuch in verklebten Schmelztiegeln. Ein Diamant von $\frac{1}{2}$ Gran wurde nach 26 Stunden um die Hälfte leichter, und ein anderer, von der Schwere eines ganzen Grans, wurde im Schmelzofen mit dem Gebläse nach 11 Stunden völlig zerstört.

Sie füllten ferner eine Kapsel von gebranntem Porcellan mit Kohlenstaube, und legten in die Mitte derselben einen Diamant der $\frac{3}{8}$ Gran wog. Die Höhle der Kapsel war ohngefähr so grofs wie eine Welschenufs. Diesen liefsen sie erst 45 Stunden im gemeinen Feuer, und dann noch sieben Stunden im Windofen glühen. Der Diamant verlor beinahe gar nichts von seiner Politur; und man konnte die geringste Veränderung nur mit dem Mikroskop wahrnehmen.

Eben so war auch der Verlust seines Gewichts unmerklich. Sie machten nun den Versuch auf eben die Art und mit dem nemlichen Diamante in einer kleinern Kapsel aufs Neue, nur mit dem Unterschiede, daſs sie ihn acht Tage hindurch glüheten. Die Kapsel hatte nichts gelitten, da man sie heraus nahm, und der Kohlenstaub war nicht verändert, aber der Diamant war durchaus schwarz auf seiner Oberfläche. Um ihm die schwarze Farbe zu benehmen, glüheten sie ihn im offenen Feuer, und sie verschwand in wenig Minuten; man fand jetzt, daſs er seine Politur gänzlich, und zwei Drittel seines Gewichts verloren hatte. Inwendig war die Kapsel gleichsam wie mit einem schwarzen Firniſs überzogen, welches nach *d'Arcet* bei Versuchen dieser Art, wenn das Feuer sehr heftig ist, alle Mal geschehen soll. Die übrigen Versuche im Kohlenstaub sind folgende: Ein Diamant, dessen Schwere ⅜ Gran betrug, wurde 45 Stunden im Blaseofen geglühet. Die Kapsel wurde zerschlagen, und war inwendig gleichsam schwarz lackirt, woran ein Theil des Kohlenstaubs hängen blieb. Der Diamant war merklich kleiner, als vor dem Versuche; er schien dem bloſsen Auge wie Chagrin; aber mit dem Mikroskop sahe man erhabene schwarze Blattern, die sich sehr fest angesetzt hatten. Sie glüheten ihn ein wenig, wie im vorhergehenden Versuche, und die schwarze Farbe verschwand. Ein Diamant, der beinahe einen halben Gran wog, und der Gewalt des Feuers im Windofen 11 Stunden ausgesetzt war, litt, so wie auch der Kohlenstaub, überhaupt gar keine merkliche Veränderung; aber die Kapsel war doch inwendig schwarz gefärbt. Ein brasilianischer Diamant hingegen, der beinahe einen Gran schwer war, verlor den achten Theil von seinem Gewichte, als er 36 Stunden lang in heftigem Feuer geglühet wurde. Die Kapsel war hier bloſs aus getrockneter Porcellanmasse. In demselben Feuer verlor ein Diamant von der Schwere eines Grans den 32 Theil seines Gewichts, als die Kapsel aus gebranntem Porcellan war, in beiden Fällen blieb der Kohlenstaub unverändert. Endlich verschlossen sie noch drei brasilianische Diamante, welche zusammen ¾ Gran wogen, und eine Kapsel, deren Höhle die Gröſse eines mittelmäſsigen Apfels hatte, und lieſsen sie acht Tage nach einander im Feuer. Die Diamante hatten nicht nur gar nichts gelitten, sondern die Kapsel war auch inwendig nicht schwarz gefärbt, und der Kohlenstaub war wie immer unverändert. 1)

1) Um die Uebersicht dessen, was man zu dieser Zeit über die Wirkung der Wärme auf den Diamant dachte, zu erleichtern, führen wir hier die Folgerungen auf, die *Lavoisier* in s. phys. chem. Schrift (teutsche Ausgabe), B. II. p. 200 als nothwendig aus obigen Versuchen sich ergebende zieht.

1) Der Diamant ist ein sehr feuerfester Körper, wenn man ihn vor der Berührung der Luft sichert.

Berenard (*Rozier Observ. sur la phys.* 4. T. VI. 1775. Nov. p. 410 f. = *Crell's* Beiträge zu d. chem. Annal. B. III. St. 3. p. 381 f.) stellte Versuche mit dem Diamante in einem nach dem Muster des Rouellischen erbauten Ofen, (worin Granit in Fluſs zu bringen war) an. In der Gegenwart vieler vornehmer Personen warf er am 6ten Sept. 1775 1) drei Diamante, welche zusammen einen Gran wogen, in einen mit seinem Deckel versehenen Tiegel von Porcellan, schloſs diesen in einen andern hessischen Tiegel ein, der wieder seinen Deckel hatte, und brachte diesen auf einem Dreifuſse mitte in den Ofen; 2) zwei andere Diamanten setzte er in zwei kleine Kapellen von Porcellanmasse, bedeckte sie so, daſs keine Kohle hineinfallen, aber doch die Flamme, wenn eine solche entstehen sollte, gesehen werden konnte, mit einer Kapsel von gebranntem Thon, und brachte sie so an den Rand von dem Boden des Schornsteins in den gleichen Ofen. Nun füllte er seinen Ofen mit Kohlen an; um 4 Uhr Nachmittags gab er Feuer, immer gleich stark; eine Stunde darauf öffnete er die Thüre, und bemerkte an den beiden Diamanten in den Kapellen einen sehr hellen Glanz, und eine sehr schwache Flamme über ihnen; er nahm einen davon mit der Kapelle heraus; er hatte um die Hälfte abgenommen, seinen Glanz verloren, und eine blaſs schwefelgelbe Farbe; unter der Glaslinse war er voll Reifen und Ritzen: der Diamant in der zweiten Kapelle war eine Stunde darauf verflüchtigt, und man sah nur noch wo er gelegen hatte: die drei übrigen Diamante blieben noch eine Stunde länger im Feuer; der hessische Tiegel war dadurch,

2) Er kann ohne Zwischenmittel in einer Kugel von gebranntem Porcellane sieben Stunden hindurch das heftigste Feuer aushalten, ohne merklich verändert zu werden.

3) Dieser groſse Feuersgrad, wenn er mehrere Tage anhält, verändert ihn indessen mit der Zeit, wenn er ohne Zwischenmittel ist, vermindert sein Gewicht, und bringt ihn endlich ganz und gar zum Verdunsten.

4) Wenn der Diamant mit hinlänglicher Menge Kohlenstaub umgeben ist, so wird er so feuerfest, daſs er acht Tage hindurch dem Feuer des Porcellanofens Widerstand leistet, ohne die mindeste Veränderung zu leiden.

5) Wenn die innere Höhlung der Porcellankugeln einen zu kleinen Durchmesser hat, und der Diamant nicht mit einer hinlänglichen Menge von Kohlenstaub umgeben werden kann, so ist derselbe alsdann nicht so feuerfest, sondern leidet von sehr heftigem Feuer mit der Zeit einige Veränderung.

6) Wenn der Diamant vom Feuer angegriffen ist, ob er gleich von Kohlenstaub umgeben war, so leidet gemeiniglich die Kohle selbst einige Veränderung, so, daſs man die Stufe der Feuerbeständigkeit des Diamants mit der Kohle ihrer beinahe als gleich ansehen kann.

7) Der zu Dünsten gewordene Diamant dringt durch die selbst aufs Beste gaar gebrannten porcellanenen Kugeln und Tiegel, wenn sie glühend und brennend sind, woraus folgt, daſs man bei den in porcellanenen Gefäſsen angestellten Versuchen auf seiner Hut sein, ja sogar bezweifeln müsse, daſs sie die Dienste verschlossener Gefäſse leisten.

dafs ein Ziegelstein im Ofen in Flufs gerathen war, ganz zusammen gebacken; er zerbrach ihn vorsichtig; die Porcellantiegel waren noch gut und fest verschlossen; er öffnete sie, und fand in allen dreien keine Spur von den Diamanten mehr.

Lampadius (dessen Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen u. s. w. B. II p. 15) brachte in ein kleines Tiegelchen von Platina (in der Gröfse eines halben Cubikzolls Inhalt) einen rohen Diamant von 1 Karat, 5,2 Gran Gewicht, drückte alsdann eine feine aus präparirtem Kohlenpulver und Tragantschleim bereitete Paste über den Diamant in dem Tiegel so hoch fest auf, dafs noch zwei Linien hoch Raum blieb, welcher mit feinem geschlemmten Thone vollends ausgefüllt wurde. Als der ganze Apparat einige Tage im Sandbade gelinde getrocknet war, so wurde endlich der Tiegel noch mit einem kleinen Deckel von schwarzem Eisenblech genau verschlossen. Jetzt wurde derselbe in ein hohles Gefäfs von unglasurtem Porzellan gesetzt, mit Kohlen umgeben, und von zwei Seiten ein Strom von Lebensluft, durch zwei Oeffnungen, nahe am Boden des Porzellantiegels, zwischen die Kohlen geleitet, wodurch nach sechs bis sieben Minuten die Hitze so stark war, dafs man den Tiegel kaum erkennen konnte, und für dessen Schmelzen zu fürchten hatte. Indessen wurden doch immer noch Kohlen nachgelegt, und das Feuern so lange fortgesetzt, als sich noch Lebensluft entwickelte. Da L. zur Entwickelung der Lebensluft aus Vorsorge zwei grofse Waldenburger Retorten gewählt hatte, wo in der einen 5 Pfund und in der andern 4 Pfund 20 Loth Braunstein enthalten waren, so kann man hieraus die Hitze beurtheilen, die ganz genau, vom Anfange des Glühens bis zu der Zeit, wo die Lebensluft ganz schwach, und gewissermafsen nur stofsweise kam, 1 Stunde 21 Minuten dauerte. Als alles gehörig erkaltet war, und der Tiegel geöffnet wurde, so fand man den Diamant unverändert an die Kohlenmasse angebacken, da derselbe Diamant sich doch hernach auf der freien Kohle in einigen Minuten verbrennen liefs.

Gerhard sah (*Rozier Obs. sur la Phys. T. XXVI p.* 411 *sq.*; *Crell's* Beiträge zu den chem. Annal. B. II p. 5; *Macquer's* chem. Wörterb. B. II p. 84) in Schmelzgefäfsen aus Kohle, Kreide oder Thone über Kohlenpulver den Diamant unverändert bleiben. In thönernen oder aus Kreide bereiteten Schmelzgefäfsen über Sande verschwand der Diamant nach und nach bei sechsstündiger Feuerung, ohne zu schmelzen, ganz, und im Kreidetiegel über Wasserbley sechs Stunden lang erhitzt, verloren zwei Gran Diamant, nebst ihrem Glanze, am Gewicht $\frac{1}{4}$ Gran.

Brisson sagt (über die specifische Gewichte der Körper, teutsch durch *Blumhof*, p. 58), wenn man den Diamant in einem zugemachten Gefäfse der Hitze aussetze, so könne man Kohlen erhalten.

Gehler bemerkt (im phys. Wörterb. B. I p. 577), wenn der Diamant gegen den Zutritt der Luft wohl verwahrt sei, so bleibe er auch im stärksten und anhaltendsten Feuer unversehrt; 1) es zeige sich an ihm wenig oder gar keine Spur der Schmelzbarkeit, ein geringes Aufwallen an der Oberfläche ausgenommen, wenn er in verschlossenen gläsernen Gefäfsen der Hitze des Brennpunkts ausgesetzt werde.

Nach *Fourcroy* (*Système des Connaiss. chim. T. I p.* 207 = *Encyclop. méthod.-chim. T. IV P. I p.* 153) wallt der Diamant, wenn der Wärmestoff in grofser Quantität in ihm angehäuft wird, nachdem er, ohne zu schmelzen, ausgedehnt worden, gelinde auf, blähet sich, und verschlackt selbst an einigen Stellen; dabei scheint er noch zum Theil sein glänzendes Aeufsere zu verlieren, dunkler und selbst mit einer Art von schwärzlichem Ueberzuge umgeben zu werden, wenn ein wenig Luft im Apparate ist. Bei einem sehr starken und anhaltenden Feuer, wie das der Porzellanofen, verflüchtigt sich der Diamant, obgleich er in Tiegel von Porzellanteig eingeschlossen wird, und läfst den in der Mitte des Teigs eingenommenen Raum leer.

Als *Wedgwood* (*Gren's* Journal der Physik B. VII p. 49) mäfsig feinen Diamantstaub, in kleinen Portionen, auf eine dicke eiserne Platte, oder eine gebrannte Masse aus Sand und Thon, die gerade bis unterhalb dem sichtbaren Rothglühen erhitzt und an einen völlig dunkeln Ort gestellt war, brachte, so fand er ihn nachher leuchtend.

Auch *Bourguet* (chemisches Handwörterbuch u. s. w. B. I p. 389) bemerkt, der Diamant leuchte eine ganze Zeit hindurch, nachdem er erwärmt worden, im Dunkeln.

Diamant und Feuer.

Als *Du Fay* einen Diamant von sehr schönem Wasser, der *à l'Indienne* geschnitten war, eine kleine Tafel hatte, aber sehr erhaben und tief war, nachdem er ihn an der Flamme eines Wachsstocks erhitzt hatte, in die Dunkelheit brachte, so schien er mit einem sehr lebhaften Lichte umgeben, das dem der Leuchtwürmer beinahe ähnlich war. Dasselbe geschah mit einem kleinen blauen Diamante, und einem gelben von ziemlich beträchtlicher Gröfse. (*Memoire de l'Académie à Paris an* 1734 *p.* 513.)

1) *Es ist dies jetzt eine so wohl durch obige Versuche, als auch durch die unter den folgenden Unterabtheilungen, die die Analogie zwischen der Kohle und dem Diamante darthun, erwiesene Thatsache; es läfst sich daher immer da, wo in verschlossenen Gefäfsen der Diamant verschwand, auf die Porosität der Gefäfse schliefsen.*

Kohle und Electricität.

Die Kohle ist einer der besten Leiter der Electricität; nach den Versicherungen von

Priestley (bemerkte es zuerst am vierten Mai 1766. S. Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Electricität, teutsch durch *Krünitz* p. 398; dessen *Experim. and Observ. on different Kinds of air Vol. II Sect.* 14; dessen Vers. und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturlehre, B. III, aus dem Engl. 1787 p. 96; *Gehler's* phys. Wörterb. B. II p. 876), *Cavallo* (Vollständige Abhandl. der theoretischen und praktischen Lehre von der Electricität, aus dem Englischen 1783 p. 13), *Marat* (Physische Unters. über Electricität, aus dem Franz. durch *Weigel* p. 112), *Guyton* (*Scherer's* allgemeines Journ. der Chemie B. I p. 296, B. III p. 677), *Ritter* (*Voigt's* Magazin für den neuesten Zustand der Naturk. B. II p. 366), *Gardini* (Abhandlung von der Natur des electrischen Feuers, teutsch durch *Geifsler*, p. 48), *Gehler* (Physisch. Wörterb. B. II p. 875), *Fischer* (Phys. Wörterb. B. III p. 246), *Reinhold* (*Gilbert's* Annal. B. X p. 451), *Thomson* (System der Chem. teutsch durch *Wolff*, p. 53), *Halle* (Fortgesetzte Magie XII p. 167).

Als *Priestley* (Geschichte u. s. w. p. 398) ein Stück Kohle und zugleich auch seinen Finger, oder ein Stück Messingdraht, an den ersten Leiter hielt, beobachtete er beständig, dafs der electrische Funke vor einem oder anderm der übrigen Leiter in die Kohle fuhr, wenn sich auch noch so wenig von dieser demselben näher befand als jene. Wegen ihrer sehr rauhen Oberfläche nahm die Kohle nicht eher einen starken Funken von dem Leiter an, als bis man dieselbe ein wenig glätter gemacht, und ohngefähr einen halben Zoll weit daran gebracht hatte; da sie alsdann, allem Ansehn nach, eben so gute Dienste that, als irgend ein Stück Metall, indem sich ein anhaltender Strom eines dichten und weifsen electrischen Feuers zwischen dem Leiter und ihr befand. Er legte auch verschiedene Stücke Kohle, wenigstens zwölf bis zwanzig verschiedener Gröfse, in einen Kreis, und liefs die Ladung eines gemeinen Glasbechers durch dieselben hindurch fahren. Die Entladung schien ihm eben so vollständig zu seyn, als wenn er eben so viele Stücke Metall auf gleiche Art hingelegt hätte. Um die Mitte des Kreises legte er zwei dieser Art Stücke, ohngefähr anderthalb Zoll weit von einander; bei der Entladung fuhr der Funken durch diesen Zwischenraum, ohne das Geringste von seiner Kraft zu verlieren. Er veranstaltete auch die Entladung, indem er einen Funken aus dem Drahte des Glasbechers mit einem Stücke Kohle herauslockte; das Knistern war dabei nicht so laut, als wenn die Entladung mit einem Stücke Metall geschah. Im Augen-

blicke der Entladung stieg ein schwarzer dicker Rauch zwischen jedem Stücke Kohle auf; das Entzünden war augenblicklich, und das Feuer war an der Kohle gar nicht wahrzunehmen. Diese Versuche waren zuerst mit Holzkohle angestellt, worunter er Stücke gefunden hatte, welche ganz unterschiedene Grade der leitenden Kraft besafsen; die vollkommensten Leiter aber, welche er in dieser Art fand, waren einige Stück Steinkohle. Diese schienen ihm in jeder Hinsicht eben so vollkommene Leiter zu seyn, wie Metalle. Es nahmen dieselben einen starken hellen Funken von dem Hauptleiter an, wiewohl selten über einen Zoll weit, wegen der Rauhigkeit ihrer Oberfläche, die ihnen auf keine Weise zu benehmen ist; wenn man einen Glasbecher durch diese Stücke hindurch, oder vermittelst derselben, entladet, wird man nicht den geringsten Unterschied zwischen ihnen und Metallen, weder in Ansehung der Farbe des electrischen Funken, noch des bei der Explosion entstehenden Lautes gewahr. Die zu diesen Versuchen angewandten Steinkohlen sahen inwendig einem Stahlbruche sehr ähnlich, doch fand sich ein grofser Unterschied in den electrischen Eigenschaften verschiedene Stücke dieser Kohlen.

Derselbe (a. a. O. p. 441 f.) liefs die Explosion einer electrischen Batterie von 32 Quadratfufs Belegung durch ein ohngefähr einen halben Zoll langes Stück Holzkohle hindurchfahren, und fand, dafs dasselbe durch die Entladung ganz und gar zu Staub geworden war. Die Pappe, auf die man die Kohle gelegt hatte, war zerrissen, und die Kohle mit Gewalt hineingetrieben, so dafs der Eindruck auf der andern Seite zu sehen war. Die Schwärze erstreckte sich sehr weit, und die Farbe war überall unauslöschlich.

Nach *Priestley* ist die leitende Eigenschaft der Kohlen um so gröfser, je gröfser die Hitze war, bei der sie gebrannt wurden. (*Encyclop. méthod.-chim. T.* III p. 47) Ist so wenig Hitze als möglich angewandt, um Holz zu verkohlen, so ist die Kohle nach ihm ein Nichtleiter. (*Priestley's* Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturk. I p. 321.)

Cavallo (Vollständige Abhandl. der theoretischen und praktischen Lehre von der Electricität, aus dem Engl. p. 14) bemerkt, die Kohlen seien nicht alle gleichgute Leiter, einige leiten fast gar nicht, und bisweilen seien sie so beschaffen, dafs sie den Fortgang einer grofsen Menge electrischer Materie längst ihrer Oberfläche befördern, wenn sie sie auf keinem andern Wege leiten. Dieser Unterschied rührt, nach ihm, aber nicht von der Verschiedenheit des Holzes, woraus die Kohlen gebrannt sind, sondern von dem Grade der Hitze her, den man bei dem Brennen gegeben hat; die besten Leiter sind die, die man der gröfsten Hitze ausgesetzt hat. Ob man das Holz beim Brennen der Flamme ausgesetzt hat, oder nicht, soll gleichgültig seyn.

Priestley

Priestley bemerkt (in d. a. Geschichte der Electric. p. 453), er habe es niemals dahin bringen können, dafs die electrische Explosion über die Oberfläche irgend einer Art von Kohle hingefahren wäre, ob er gleich in verschiedenen Stücken alle Grade von leitender Kraft angetroffen habe.

Halle sagt, es entstehe ein übler Geruch, wenn man durch Kohlenstaub den Schlag einer Batterie gehen lasse. (*Halle's* Magie u. s. w. B. II p. 357.)

Eine Kerze, die eben vorher gebrannt hat, läfst sich durch den electrischen Funken wieder anzünden. (*Gehler's* phys. Wörterb. B. II p. 336.)

Diamant und Electricität.

Der Diamant ist ein Nichtleiter, oder wenigstens sehr schlechter Leiter der Electricität. (*Guyton* bei *Scherer* a. a. O. B. I p. 298 und B. III p. 677; *Gehler* in s. phys. Wörterb. B. I p. 576; *Hauy* im neuen allgem. Journal der Chem. B. III Heft 1 p. 97; *Thomson* in s. System der Chemie, Uebers. von *Wolff*, B. I p. 57.) 1)

Comus fand mehrere Diamante im Jahre 1775, als er sie dem Conductor der in Bewegung gesetzten Electrisirmaschine mit einer metallenen Zange näherte, nicht electrisch; er wiederholte die Versuche oft, so wohl mit rohen als geschnittenen; die, welche endlich electrisch wurden, waren die malattischen Brillanten, Rosetten und Platten. Am 6 Jun. 1775 feuerte er seine Batterie auf gepülverten Diamant ab, und fand, dafs er sich eben so wie Metallstaub verhielt, und den weifsen Pappendeckel, worauf er lag, schwarzgrau färbte. Am 27 Mai 1774 brachte ihm *Rouelle* eilf kleine Diamante, deren jeder etwa einen halben oder drei Viertel Karat wog. Als sie diese zwischen zwei Kartenblätter recht dicht neben einander gelegt hatten, leerten sie die electrische Batterie auf sie aus: und die Electricität durchdrang sie vollkommen so gut als Metall, ohne sie indessen zu zerstören. Sie entfernten nun die einzelnen Diamante um eine Linie weit von einander, sie löfsten die aufs Neue geladene Batterie noch ein Mal auf sie, und sie verhielten sich abermals wie Metallkörner. Dann machten sie den Versuch noch ein Mal mit Diamantstaub, den *d'Arcet* hergab, und das Resultat war wie vorher. Endlich streueten sie auch Diamantstaub zwischen zwei dünne Glasplättchen: und diese wurden durch den electrischen Schlag völlig zerschmettert, so dafs die Risse des Glases alle von dem

1) *Die Abweichung des Diamants von der Kohle, mit der er sonst in seinem Verhalten zu Aussendingen so sehr übereinstimmt, beim Zusammentreffen mit Electricität ist sicher sehr interessant und verdient die gröfste Aufmerksamkeit.*

Mittelpunkte strahlenweise gegen den Umfang gerichtet waren. Nun nahmen sie neue Glasplättchen und andern Diamantstaub; sie luden die Batterie dieses Mal nicht so stark, und als sie sie abfeuerten, schmelzte der Diamantstaub mit dem Glase zusammen; wenigstens hatte er sich fest mit demselben vereinigt. Ueberdem war das Glas mit allerhand metallischen Farben geziert, indem sie gleichsam einen Regenbogen um den Ort, wo das Pulver gelegen hatte, bildeten: aber die graue Farbe behielt doch immer die Oberhand. Als das Pulver eine bestimmte Anzahl electrischer Schläge ausgehalten hatte, konnte der electrische Funken nicht mehr in dasselbe eindringen. (Sammlung brauchbarer Abhandl. aus *Rozier's* Beobacht. über Natur und Kunst, p. 382 ff.)

Guyton legte eine Reihe von zwanzig Diamanten, die sich unmittelbar berührten, und eine neun Centimetres lange Linie bildeten, zuerst in einen gläsernen Kanal, dann auf einen Harzkuchen. Nachdem er auf der einen Seite die Verbindung mit dem Leiter einer guten electrischen Maschine, und auf der andern Seite die Verbindung mit dem Haken an der Leidner Flasche, gemacht hatte, so bemerkte er, daſs die Flasche sehr langsam geladen wurde; daſs, wenn man den einen Arm des Excitators an den mit einem Ueberzuge belegten Theil der Flasche anlegte, und den andern an eine metallene Stange, welche mit der Maschine in Verbindung stand, die Entladung schwach, und so unvollkommen war, daſs man eine zweite weit stärkere bekam, wenn man unmittelbar den nemlichen Arm an den Haken der Flasche brachte. Dieser öfters wiederholte Versuch zeigte immer dieselben Phänomene; nur bemerkte man, daſs bei sehr starker Electricität die Diamanten sich auf dem Kuchen bewegten, daſs sie oft aus ihrer Linie gerissen wurden, und daſs sie eben so zurückfuhren, wenn man sie mit der Pincette näherte, um sie wieder in ihre Lage zu bringen. (*Scherer's* allgem. Journal der Chem. B. I p. 297; *Voigt's* Magaz. für den neuesten Zustand der Naturk. B. I St. 4 p. 128.)

Halle (in s. Magie B. II p. 541) und *Rosenthal* (in s. Magie B. IX p. 39) sagen, der brasilische Diamant gebe am Conductor electrische Zeichen, der ostindische aber nicht.

Wird der Diamant electrisirt, so leuchtet er eine ganze Zeit nachher im Dunkeln. (*Bourguet* in s. chem. Wörterb. B. I p. 389.)

Galvanismus und Kohle.

Nach *Volta* und *Well* sind gut gebrannte Holzkohlen Leiter des Galvanismus; nach *Cavallo* und *Fowler* Nichtleiter; nach *Pfaff* sind einige leitend, andere nicht. (*Fischer's* phys. Wörterb. B. I p. 969.)

Volta fand zuerst, dafs in der Galvanischen Kette Holzkohlen wie ein Metall wirken. 1) (*Trommsdorff's* syst. Handbuch der gesammten Chem. B. V p. 12.)

Kortum fand, dafs Holzkohlen, als Leiter gebraucht, weit langsamer als Metalle auf das Glas wirkten; auch *Davy* konnte bei dem Gebrauche derselben kaum einige Luftbläschen erhalten, da hingegen *Ritter* und *Gmelin* zwischen ihnen und den metallischen Leitern bei der Anwendung nur einen geringen Unterschied bemerkten.

Davy verband mit den Enden einer Voltaischen Säule von sechszig Lagen zwei Silberdrähte, und befestigte an diesen zwei lange und dünne Streifen trockener Kohle, deren Spitzen er in ein Glas voll Wasser, in der Entfernung von einem halben Zoll von einander, setzte. Die kleinen der Kohle anhängenden Luftbläschen wurden sorgfältig weggewischt, um die Galvanische Einwirkung zu sichern. Ohngefähr eine Minute nachher fing die Gasentbindung an der Spitze der mit der Silberseite der Säule verbundenen Kohle an und dauerte den ganzen Prozefs hindurch mit Lebhaftigkeit fort. Dagegen verflofs eine Viertelstunde, ehe die Kohle der Zinkseite irgend etwas Gas gab, und dieses blieb dann in sphärischen Blasen an der Kohle sitzen, ohne durch das Wasser in die Höhe zu steigen. (*Gilbert's* Annalen der Phys. B. VII p. 127.)

Böckmann fand die Kohlen in jedem Betrachte nichtleitend. (*Gilbert's* Annalen der Physik, B. VIII p. 151.) Auch *Carradori* (*de la Metherie Journal de Physique etc. Germinal an X* p. 275) will gefunden haben, dafs sich die leitende Eigenschaft der Metalldrähte an der Voltaischen Säule ganz verliere, wenn man an einem von beiden Drähten Kohlen anbringe. Doch widersprechen diesem *Medger's* Versuche.

Nach *Brugnatelli* hören die Kohlen von weichem Holze auf gute Leiter zu seyn, sobald man sie pülvert. (*Gilbert's* Annalen, B. XVI p. 91.) Er bemerkt (a. a. O. p. 92), dafs die Holzkohle der einzige von allen verbrennlichen oxygenirten Körpern sei, der ein Leiter und Erreger der Electricität ist.

Ritter will gefunden haben, dafs die Kohlen, in Hinsicht auf die Gröfse der Fähigkeit, Galvanische Versuche zu erregen, ihre Stelle unmittelbar nach dem Silber und vor dem Bleiglanze einnehmen. (*Gilbert's* Annalen, B. XVI p. 299.) 2)

1) *Ritter* hält dies (Beiträge zur nähern Kenntnifs des Galvanismus, I p. 245) für eine wichtige Indication der metallischen Natur der Kohle.

2) *Das Funkengeben, Entglühen und Brennen der Kohlen am Galvanischen Apparate kann, da der Zutritt der Luft dazu unumgänglich nothwendig ist, erst unter Luft, Kohle und Galvanismus abgehandelt werden.*

Diamant und Galvanismus.

Brugnatelli sagt (*Annali di Chimica*, 1803 *T. XX p.* 143 = *Journal de Chimie et de Physique*, *p. van Mons. Nro.* 13, *T. V pag.* 76—79. = Neues allgem. Journal der Chemie, B. III, St. 6 p. 674. = *Gilbert's* Annal. B. XVI Stück 1 p. 91), das Verhalten des Diamants gegen den Galvanismus sei ganz anders, als das der Kohlen aus weichem Holze; er habe bei einer grofsen Menge abgeänderter und wiederholter Versuche nie bemerken können, dafs der Diamant im Geringsten ein Vermögen, Electricität zu erregen oder zu leiten, besitze.

Kohle und Magnetismus.

Als *v. Arnim* aus Holzkohlen, nach der Länge der Holzfasern, länglichte Nadeln schnitt, sie auf Quecksilber legte, ihnen aber so wenig Berührungspunkte als möglich, mit demselben gab, so zeigten sie bei kleinen Magnetnadeln eigene Polarität. 1) (*Gilbert's* Annalen der Physik B. III p. 49.)

Diamant und Magnetismus.

Nach *Brugmann's* Versuchen ist der Diamant fähig, magnetische Polarität anzunehmen. (Brugmann's Phil. Versuche über die magnetische Materie. Leipzig 1784, p. 293; Gilbert's Annalen T. III p. 49.)

Kohle und Gasarten.

Glühende Kohlen verschlucken beim Erkalten, selbst wenn sie in Quecksilber oder im luftleeren Raume gelöscht worden sind, jede Luft, welche sich ihnen nähert. Dieses sind zuverlässige Erfahrungen der Herren *Fontana*, *Priestley* und *Scheele*. (*Macquer's* phys. Wörterb. herausgegeben von *Leonhardi*, p. 650.) Sie lassen sie aber wieder fahren, wenn sie von Neuem geglühet werden. (*Trommsdorff's* Journal der Pharmacie, B. VIII St. 1 p. 125; *Hildebrandt's* Encyclop. B. I Heft 6 p. 1106.)

Obige Erfahrungen werden durch viele neuere bestätigt, wie dies ausführlich bei den einzelnen Gasarten, in Conflict mit Kohle, gezeigt werden wird.

1) *Beim Verbrennen gab die Kohle nur eine Spur von Eisen.* Arnim.

Kohlen und Sauerstoffgas.

Nach *Lavoisier* steht die Kohle in der Verwandschaft zum Sauerstoff dem Radikale der Salzsäure unmittelbar nach, dem Zinke unmittelbar vor. (*Crell's* Beiträge z. d. chem. Annal. B. III St. 2 S. 141; *Encyclopédie méthodique — Chim.* Tom. III. p. 449.) Nach *Thomson* (System. der Chem. übers. von Wolff Th. I. p. 29) hat die Kohle unter allen Substanzen die nächste Verwandschaft zum Sauerstoff. Nach *Guyton* ist die Verwandschaft um so stärker je mehr Sauerstoff die Kohle schon enthält.

Von *Humboldt* sagt (*Crells* chemische Annal. 1795 B. II p. 116) die Verbindung der Lebensluft mit Kohlenstoff ohne Hitze sei eine Thatsache die er oft beobachtet habe.

Nach *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe B. II p. 520) absorbirt die gemeine (nicht geglühete) Kohle kein Sauerstoffgas.

Kohlensaures Gas, Gas acidum carbonicum; Gas acide carbonique.

Synonymen.

Wildes oder weniges Gas, Kohlengas, (*van Helmont*); fixe oder feste Luft (*Blak, Priestley*); mephitisches Gas (*Macquer*); Luftsäure (*Bergmann*); Kreidensäure, kreidensaures Gas (*Bouquet* und *Lavoisier*); künstliche Luft (*Boyle*); kalkerdige Säure, Kalkgas (*Keir*); mephitische Säure, (*Bewdley, Sage*); Kohlensäure; Kohlenstoffsäure; kohlengesäuertes Gas; *Spiritus lethalis* (Plinius); *Gas mephiticum, calcareum, sylvestre, ventosum aëreum; aër fixus, factitius; Acidum mephiticum; s. atmosphaericum, cretae, carbonicum; Gas sylvestre, mephitique, calcaire, acide carbonique; Air factice; artificiel, fixe; Esprit de la craie, Acide craieux, de la craie, mephitique, aërien, carbonique.* Nach *de Smeth* ist *Lucrez's Aestus* mit der Kohlensäure einerlei.

(*Erxlebens* phys. chem. Abhandl. I. p. 69; *Encyclopedie méthod. — Chim. Tom.* II. *p.* 247. *Tom.* III. *p.* 22, 378; *Gehlers* phys. Wörterb. B. II. p. 392; *Fischers* phys. Wört. B. II p. 644; *de la Metherie* über reine Luft teusche Ausgabe B. I. p. 225; *Hildebrandts* Encyclop. B. I. S. 247; *Scherers* Darstellung der chem. Unters. der Gasarten, p. 27; *Thomson's* System der Chemie, *Wolfs* Uebersetz. B. II p. 44.)

Eigenschaften.

Rein ist es bei dem gewöhnlichen Drucke und der gewöhnlichen Wärme der Atmosphäre elastisch. (*Cavallo* über die Natur und Eigenschaft. der Luft, teutsche Ausgabe p. 522; *Lavoisiers* phys. chem. Schriften übers. v. *Link* B. IV. p. 138.)

Nach *Guyton Morveau* (*Encycl. méthod.* Ch. I. 101) hat es in Gasform weder Farbe, Geruch noch Geschmack. Nach *Bergmann* (kleine phys. chem. Werke übers. v. *Tabor* B. I p. 176) ist sein Geruch kaum merklich, sein Geschmack angenehm sanft; nach *Hildebrandt* (Encyclop. der Chemie B. I p. 248) hat es einen schwachen angenehm säuerlichen Geschmack und Geruch. Es hat alle Eigenschaften einer Säure (*Bergmann* in *Crells* neuest. Entdeck. in der Chemie B. I p. 97; *Reynier du feu etc.* Lausanne et Paris 1787 p. 190; *Bourguet* im chem. Wörterb. II. p. 317.) Es röthet die Lackmustinktur ein wenig, (*Hildebrandt's* Encyclop. der Chemie I. 248; *Morveau*, *Encyclop. méthodique* I 101; *Mayers* Anfangsgründe der Naturlehre p. 364; *Thomson's* System der Chemie B. II. p. 45); aber keine andere Pflanzenfarben. (*Thomson* a. a. O. II p. 45) Ein in dasselbe hineingebrachtes mit Wasser befeuchtetes Lackmuspapier wird sogleich geröthet. (*Bourguet*, a. a. O. II 377.) *Fontana* (phys. Unters. über Salpeterluft u. s. w. übersetzt d. v. Wasserberg p. 213) fand es, nachdem er es viele Monate in einem grofsen krystallenen Recipienten aufbewahrt hatte, noch geschickt Wasser säuerlich zu machen und Sonnenblumentinktur roth zu färben.

Es ist schwerer als atmosphärische Luft (*d'Ayen de Chaulnes*, *Rozier Obs. s. la Phys. T.* IX p. 288.) *Cavallo* (über die Natur und Eigensch. p. 522) *de la Metherie* (a. a. O. I p. 224.) *Euler* (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre, aus dem Franz. d. Kries B. III. p. 236.) *Ingenhoufs* (vermischte Schriften übers. durch *Molitor* B. I. p. 358.), *Hildebrandt* (Encyclop. d. Chem. I. 248) und mehrere Andere).

Nach *v. Herbert* soll es mehr als doppelt so schwer als die gemeine Luft sein. (*Macquers* chem. Wörterb. *Leonhardi's* Ausgabe B. II. p. 711.) Nach *Cavendish* bei *Macquer* a. a. O. B. II p. 710[1] *Encyclop method. Chim.* T. I. p. 101, *Erxlebens* phys. chem. Abhandl. B. I. p. 55. bei *Cavallo* a. a. O. p. 558) verhält sich die specifische Schwere der fixen Luft zu der der atmosphärischen :: 1,580 : 1; nach *Bergmann*, *Kirwan* und *de la Metherie* :: 1,50 : 1 (*Bergmann Opusc.* I. p. 61, bei *Macquer* a. a. O. B. II. p. 711. *Crells* Beiträge zu den chem. Annal. B. III St. 2 p. 139, bei *Cavallo* a. a.

1) *Kirwan* erhielt es aus Kalkspan durch Kochsalzsäure.

O. p. 558, *Kirwans* phys. chem. Schrift. durch *Crell* übersetzt B. III p. 251, bei *de la Metherie* a. a. O. 238.) nach *Lavoisier* (bei *Macquer* a. a. O. p. 710) :: 561 : 455 = 1,233 : 1; nach *Sigaud de la Fond* (bei *Macquer* a. a. O.) :: 50 : 30; nach *Fontana* (*Philosoph. Transact. Vol.* LXXI. P. I p. 9. *Encyclop. méthod. Chim.* I. 101, *Gehlers* phys. Wörterb. B. III. p. 916) :: 1,449 : 1; nach *Rutherford* :: 15¼ oder 16 : 9 (*Rozier Obs.* I. 4. 1773 *Juin* p. 450, *Crells* neueste Entdeckung. in der Chemie B. XII. p. 187.) — *Achard* (*Memoir. de Berlin* 1778 p. 29, bei *Macquer* a. a. O. p. 711) will bemerkt haben, dafs die spec. Schwere der auf verschiedene Weise erhaltenen fixen Luft sehr verschieden sei, und sich zu der von der gemeinen Luft, wenn sie aus Kalk entwickelt worden, wie 1,258, wenn sie aus Biere durch Gährung geschieden wurde, wie 1,645, und wenn man sie durch Aufbrausen der Salze erhielt, wie 1,516 : 1,000 verhalte. 1)

Zum Wasser verhält sich seine specifische Schwere, nach *Cavendish* (*Philosoph. Transact. Vol. LVI* p. 165; Crawford über thierische Wärme, aus dem Englisch. 1785 p. 45, bei Macquer a. a. O. II, 710) :: 1 : 511; nach *Bergmann* (Opusc. I 61, bei Macquer a. a. O.) :: 1 : 555, 560 oder 563 (also im Mittel :: 1 : 559⅓); nach *Lavoisier* (Brisson über spec. Gewichte, teutsch durch Blumhof p. 296; nach *Kirwan* (Versuche und Beobachtungen, Berl. 1783 p. 43) im Zustande ihrer Figirung in andern Körpern :: 18,52 : 1. 2)

Nach *Lavoisier* wiegt der Pariser Duodecimal-Cubikzoll luftsauren Gas bei 10° R. und 28″ Barometerstande 0,68985 Gran. (*Encyclop. méthod.* I, 101; Fischers phys. Wörterb. B. II p. 618, B. IV p. 115; Hildebrandt's Encyclop. der Chem. B. I p. 228.) Nach *Fontana* (Kirwan's Versuche und Beobacht. Berl. 1783 p. 4; Crell's Annal. 1793, B. II p. 310; Baader vom Wärmestoff p. 213) bei 20½ engl. Zoll Barometer und 15° Fahr. Therm. 0,570 Gran; nach Bourguet (a. a. O. B. II p. 317) 0,7566 Gran teutsches Apothekergewicht; nach *v. Humboldt* (Versuche über die chem. Zerlegung des Luftkreises p. 106) 0,67 Gran; nach *Cruikshank* wiegt ein Unzenmaas 0,864 Gran (Scherer's allgem. Journal der Chem. B. III p. 291); nach *Kirwan* ist das Gewicht von 100 Cubikzollen 46,5 englische (= 68,715 franz.) Gran. (Kirwan's angef. Schrift. B. III p. 253.)

Nach *Kirwan* verhält sich (zu Folge Blaks, Wilke's Crawford's und s. eigenen Versuchen) die specifische Wärme des kohlensauern Gas zu der des

1) *Der Unterschied rührte hier ohne Zweifel von irgend einer beigemischten fremdartigen Substanz, vorzüglich von mehrerm oder wenigerm beigemischtem Wasser her.*

2) Er erhielt dies Resultat, da er Marmor im Wasser wog, und seinen Verlust darin mit dem der reinen Kalkerde in diesem Medio verglich,

Wassers :: 0,270 : 1,000. (*Essai sur la nouvelle Théorie du Feu etc. p. M. Magellan, Londres* 1780; Crell's neueste Entdeckungen in der Chemie B. V p. 245, B. XII p. 22; Crell's Annalen 1787, I p. 472; de la Metherie a. a. O. B. I p. 38 und II p. 17.) *Lampadius* (kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien über Feuer p. 33) sagt, sie verhalte sich, nach *Crawford's* späterm Werke, zu der des Wassers :: 1,0454 : 1; *Thomson* führt (System der Chem. B. I p. 506) an, das Verhältnifs sei, nach *Crawford*, bei gleichen Gewichten :: 1,0459, bei gleichem Volum :: 0,001930 : 1,0000; *Mayer* setzt dasselbe, jedoch nicht nach eigenen Versuchen (in s. Anfangsgründen der Naturl. p. 257) :: 1,045 : 1. 1) 2)

1) Das kohlensaure Gas läſst sich auf mannigfaltige Art gewinnen; 1) aus thierischen und vegetabilischen Substanzen, bei der trocknen Destillation thierischer Körper und ihrer Theile, bei der trockenen Destillation der Gewächse und ihrer Produkte, beim Durchgehn glühender Wasserdämpfe durch thierische und vegetabilische Kohle, beim Verbrennen vegetabilischer Substanzen und ihrer Kohle, bei der weinigen sauern und faulen Gährung, bei Zersetzung aller organischen Stoffe durch Salpetersäure, beim Athemholen warmblütiger Thiere, wo man es in der ausgehauchten Luft antrifft; 2) aus mineralogischen Substanzen, beim Verbrennen der Erdharze und des Reisblei's, besonders aber aus allen rohen Kalkerden, durchs Brennen derselben und Auflösen in Säuren, so wie aus Mineralwassern, durch gelindes Erhitzen derselben. Die gewöhnlichste, leichteste und sicherste Methode, dasselbe zu erhalten, ist: Man schüttet eine Quantität einer flüssigen Säure, als verdünnte Schwefelsäure, in eine Entbindungsflasche bringt die Mündung der Seitenröhre unter den Trichter der Wanne des pneumatischen Apparats, schüttet gepülverte Kreide so in die Flasche, daſs nichts in der Mündung hängen bleibt, und das Zuschlieſsen verhindert, verstopft die Flasche gehörig, läſst durch das erste Aufbrausen die in der Flasche und Röhre enthaltene atmosphärische Luft besonders austreten, und fängt dann das aufbrausende Gas in der Vorlage auf. Ohne eine durch Kunst veranstaltete Entwickelung findet sich dies Gas in Gruben, Hölen, Brunnen und andern Orten, wo kein Luftzug Statt hat, und an welchen es durch natürliche Verbrennungen und Gährungen, z. B. in der Nachbarschaft der Vulkane, der Schwefelkiese und dergleichen, erzeugt werden kann. So ist z. B. die bei Neapel liegende sogenannte Hundsgrotte wegen des auf ihrem Boden liegenden kohlensauern Gas, das aus den Ritzen und Spalten der Erde hervordringt, berüchtigt. Es ist schon seit sehr langer Zeit bekannt. Um die Mitte des sechszehnten Jahrhunderts bemerkte *v. Helmont* das Gas, das sich in der Luft, in der Kohlen gebrannt haben, zeigt, und nannte es Kohlengas, obgleich er es auch häufig bei andern Ereignissen, so wohl im lebenden menschlichen Körper, wie beim Aufstoſsen, als mehr im Groſsen, z. B. in Wein- und Bierkellern, in der Hundshöle und andern dergleichen unterirdischen Hölen, und in den Sauerwassern wahrnahm. Auch war er, so wie *Paracelsus*, schon mit dem *Factum* bekannt, daſs sich aus dem Kalksteine, bei gewissen Behandlungen Luft entwickele. Auch *Robert Boyle* (*Second*

(*Second Continuat. of physico-mechanical Experim. Art. II, III, V*) kannte dasselbe, wie es aus Korallen, wenn sie mit Essig aufbrausen, aus Brod, Kirschen, Weintrauben, Birnen, Aprikosen, Pflaumen, Stachelbeeren und Erbsen, wenn sie gähren, aufsteigt. *Leonhard a Capoa* (*Lezioni interno alla natura delle mofete. Napoli* 1684) handelt von der Beschaffenheit der in der Hundshöle und andern Hölen in der Nachbarschaft von Neapel enthaltenen Gasarten; *Ehrenfr. Hagedorn* (*Observ. et histor. medico practicar. rarior Centur. tres Rudolst. et Goerliz.* 1698. 8.) und *Fried. Hoffmann* (Bedenken von dem tödlichen Dampfe der Holzkohlen, Halle 1716. 8.) von der gefährlichen Beschaffenheit einer Luft, worin Kohlen gebrannt haben; *S. Ledelius* von der Tödlichkeit der sich aus gährendem Weine entwickelnden Luft. (*Ephemerid. Acad. Caesar. Nat. Curiosor. Dec. III ann.* 2 *obs.* 45.) Dasselbe Gas, wie es so wohl aus gährenden Feuchtigkeiten, als auch Laugensalzen und Erden, wenn sie mit Säuren aufbrausen, entwickelt wird, wovon schon *J. Bernoulli* (*Dissert. de effervescent. et fermentatione Basil.* 1690. 4.) handelte, kannte auch *Christoph. Wren* (*Philosoph. Transact. B. X for the year* 1675 p. 446) sehr deutlich, und gab Anweisung, wie man dergleichen Flüssigkeiten auffangen und aufbewahren könne. *Hales* (*Statical Essays containing vegetable Staticks or an account of some statical experiments in the sapin vegetables, being an essay towards a natural history of vegetation of use to those, who are curious in the Culture and Improvement of Gardening etc. also specimen an attempt, to analyse the air. London.* 8 *B. I. K. VI Thirdent.* 1783. *B. II p.* 280. 282) bestimmte die Menge der Luft, die aus dem Kalksteine durch verschiedene Verfahrungsarten gewonnen werden kann, und zeigte, daſs sie einen wesentlichen Bestandtheil desselben ausmache. *Black* bewies 1755 (*Medical and philosophical Commentaries by a Society in Edinburgh B. II*), daſs die Substanzen, die damals Kalkerde, Bittererde und Alkalien genannt wurden, aus einer eigenthümlichen Art Luft und reiner Kalkerde, Bittererde und Alkalien zusammengesetzt wären. Er nannte sie deswegen fixe Luft. Auſser den angeführten Naturforschern haben sich um die Kenntniſs der Eigenschaften des kohlensauern Gas verdient gemacht: *D. Macbride* (*Experimental essays on medical and philosophical subjects. Lond.* 1764. 8.), *Th. Henry* (*Experiments and observations. London* 1773. 8.), *Th. Andr. Emmer* (*Dissertatio de aëre fixo s. acido aëreo. Edinburg.* 1784), *D. de Smedt* (*Dissertatio de aëre fixo. Ultraj.* 1783. 8.), *N. J. Jacquin* (*Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui, et Blackianae de aëre fixo respectu calcis. Vindob.* 1769. 8.), *J. J. Well* (Rechtfertigung der Blackischen Lehre von der fixirten Luft, gegen die von *Wiegleb* gemachten Einwürfe. Wien 1771. 8. und Fortsetzung über die Ursache der Erhitzung des ungelöschten Kalks), *F. Fontana* (*Ricerche fisiche sopra l'aria fissa. Firenze* 1774. 8.), *Sal. Schinz* (*de aëre, ejus speciebus, praecipue de aëre fixo lapidis calcarei. Turic.* 1778. 4.), *T. Bergmann* (*de acido aëreo; Opusc. phys. et chemic. B. I Abhandl. I p* 1 u. f.), *Cavendish* (*Phil. Transact.* 1766, *LVI*, 141), *Priestley* (*Experiments and Observat. on differend kinds of air. B. I, London* 1774, p. 43), *Lavoisier* (*Memoire de l'Acad. à Paris* 1776), *Lane* (bei *Priestley* a. a. O. I, 5), *Landriani* (*Crell's* chemische Annalen 1785, II, 139).

2) Die Meinungen der Gelehrten über die Natur der Kohlensäure haben eben so viel Veränderungen erlitten, als der Name derselben. *Priestley* und *Bergmann* scheinen sie anfänglich für ein Element gehalten zu haben, und mehrere berühmte Chemiker glaubten, dafs sie das Säure erzeugende Prinzip sei. In der Folge hielt man sich für überzeugt, dafs sie zusammengesetzt sei, und dafs Sauerstoff einen ihrer Bestandtheile ausmache. Hierauf war es die herrschende Meinung, dafs sie aus Sauerstoff und Phlogiston bestehe; und als man, nach *Kirwan's* Theorie, Phlogiston und Wasserstoff für einerlei zu halten anfing, so behauptete man dem gemäfs, dafs Kohlensäure aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sei. Obgleich *Lavoisier* bewiefs, dafs die Säure durch Verbrennung der Kohle mit Sauerstoffgas hervorgebracht werde, so wurde doch die alte Theorie noch vertheidigt, weil man die Kohle selbst für eine Zusammensetzung hielt, deren Hauptbestandtheil Wasserstoff sei. Nachdem aber *Lavoisier* dargethan hatte, dafs das Gewicht der erhaltenen Kohlensäure genau dem Gewichte der zu dem Versuche angenommenen Menge von Kohle und Sauerstoff gleich sei; nachdem *Cavendish* die Entdeckung gemacht hatte, dafs Sauerstoff und Wasserstoff durch ihre Verbindung nicht Kohlensäure, sondern Wasser hervorbringen, so glaubte man nicht länger zweifeln zu können, dafs die Säure eine Zusammensetzung von Kohlenstoff und Sauerstoff sei.

Ton im kohlensauren Gas.

Als *Priestley* (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre, B. II p. 242; Bourguet's chem. Wörterb. B. II p. 318) eine Glocke im kohlensauren Gas anschlug, war der Schall weit lauter als in gemeiner Luft, so, dafs man ihn in einer Entfernung, die die, worin der durch gemeine Luft fortgepflanzte Schall bemerkt wurde, noch um die Hälfte übertraf, hören konnte. Als *Chladni* (Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. I St. 3 p. 76; Gilbert's Annalen der Physik B. III 193; der Verkündiger, oder Wochenschrift zur Belehrung, Unterhaltung und Bekanntmachung für alle Stände, vierter Jahrgang 1800, St. 56 p. 445; Scherer's allgemeines Journal der Chemie, B. IX p. 21; Bourguet a. a. O. p. 318) eine Pfeife mit diesem Gas 1) anblies, so fand er den Ton fast um eine grofse Terz tiefer als in der atmosphärischen Luft. *Perolle* fand den Ton in diesem Gas (Gilbert's Annalen der Physik, B. III p. 195) etwas tiefer und merklich dumpfer, als in atmosphärischer Luft, und nur in einer Entfernung von 48 Fufs 5 Zoll vernehmbar, da derselbe in der atmosphärischen Luft noch in einer Entfernung von 56 Fufs 9 Zoll gehört wurde.

1) Welches aus Kreide durch Schwefelsäure erhalten wurde.

Kohlenstoffoxyd, Kohlenstoffoxydgas, gasförmiges Kohlenstoffoxyd, kohlichte Säure, Gas carboneux, Gas oxide de Carbonne.

Dieses Gas ist wie die atmosphärische Luft unsichtbar und elastisch (*Thomson's* System der Chemie, *Wolff's* Uebersetzung, B. I. p. 709). Seine specifische Schwere beträgt nach *Cruikshank* 0,001167; oder es verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 22 zu 23. Hundert Cubikzoll derselben wiegen demnach 30 (engl.) Gran. 1) (*Thomson's* System der Chemie, Uebersetzung v. *Wolff*, B. I. p. 709; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 376, 386; *Crell's* Annal. für 1802. B. I. p. 233 u. 236). *Clement* und *Desormes* wollten gefunden haben, daſs es oft mit dem specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft überein kommen, (bei *Scherer* a. a. O. p. 317). Das Gewicht des *Litre* dieses Gas fanden die letztern in verschiedenen Versuchen 1,12; 1,134; 1,4 und 1,45. Mehrere andere Versuche gaben dieselben Resultate: Nur in zweien fanden sie es 1,045 und 1,036 Grammen. 2) (*Scherers* allgem. Journ. d. Chem. B. VII. p. 354; *Crell's* Annal. 1802. B. II. p. 475). Das Mittelgewicht des Litre setzen sie 1,101 Grammen (bei *Scherer* a. a. O. p. 356; bei Crell a. a. O. p. 477. 3) 4)

1) Das zu dieser Bestimmung gebrauchte Gas war vermittelst des grauen Eisenoxyds erhalten.

2) *Das Gas erhielten sie theils durch Erhitzung des schwefelsauren Baryts mit der Hälfte seines Gewichts Kohlen, theils durch Behandlung des kohlensauren Kalks mit Kohle im Feuer.*

3) Dies Gas wurde mit dem Kohle haltenden Wasserstoffgas verwechselt, bis *Priestley* in einer Abhandlung, welche er um die Lehre des Phlogistons zu vertheidigen bekannt machte, die Aufmerksamkeit der Chemisten auf dasselbe lenkte. Dr. *Woodhouse* aus Pensylvanien wiederholte und bestätigte *Priestley's* Versuche. Die eigentliche Beschaffenheit dieses Gas wurde aber erst von *Cruikshank* aus Woolwich entdeckt, welcher seine Bemerkungen im Jahre 1702 (*Nicholson's* Journal, V, 1, 201) dem Publikum mittheilte. Zu eben der Zeit, da *Cruikshanks* Abhandlung erschien, zogen die Versuche von *Woodhouse*, von denen er dem Nationalinstitute Nachricht gegeben hatte, die Aufmerksamkeit desselben auf sich. *Guyton Morveau*, der den Auftrag erhalten hatte, einen ausführlichen Bericht abzustellen, vermochte *Clement* und *Desormes* sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen. Sie wurden durch ihre Arbeiten auf dieselben Resultate geleitet, auf welche schon vorher *Cruikshank* gekommen war (*Annales de Chimie*, XXXIX. 88. XLII, 121). Zu derselben Zeit beschäftigte sich *Berthollet* mit diesem Gegenstande, und glaubte sich durch seine Versuche zu ganz verschiedenen Begriffen über die Zusammensetzung der Kohle und des Kohlenoxyds berechtigt. Er trug seine Meinung in drei scharfsinnigen Abhandlungen vor, welche in dem vierten Bande der Schriften des Nationalinstituts enthalten sind. In diesen untersucht er die Versuche der andern Chemisten, und bestreitet die von ihnen daraus gezogenen Folgerungen.

Um dieselbe Zeit erschien eine Abhandlung der Holländischen Chemisten (*Annal de Chim.* XLIII, 113) in welcher diese den Versuchen aller übrigen Naturforscher widersprachen, und behaupteten, dafs die wirklichen Resultate von den bisher angegebenen ganz verschieden wären.

Man kann das Kohlenoxyd auf vier verschiedenen Wegen erhalten. Erstlich: Wird eine Mischung aus gereinigter Kohle und Zink oder Eisenoxyd, oder überhaupt einem Oxyd, welches die Glühehitze vertragen kann, in einer eisernen Retorte einer sehr erhöheten Temperatur ausgesetzt, so wird das Oxyd allmählig wieder hergestellt, und während der Reduktion eine grofse Menge Gas entwickelt. Dieses Gas ist eine Mischung aus kohlensaurem und einem andern Gas, welches mit blauer Farbe brennt: diesem letztern ist der Nahme Kohlenoxyd gegeben. Man entzieht ihm das beigemischte kohlensaure Gas durch Waschen mit Kalkwasser. *Cruikshank* versuchte auf diese Art die Oxyde des Eisens, Zinks, Kupfers, die Bleiglätte, und das schwarze Magnesiumoxyd. Aus diesen Versuchen gingen folgende Resultate hervor. Die Oxyde, welche am leichtesten Sauerstoff fahren lassen, geben die gröfste Menge Kohlensäure, die, welche ihn am hartnäckigsten zurück halten, liefern die gröfste Menge Kohlenoxyd. Die gröfste Menge kohlensaures Gas geht stets zu Anfang des Versuchs über; sie nimmt nach und nach ab, und zuletzt wird nichts als Kohlenoxyd entwickelt. (*Nicholsons* Journal, 1802. V, 11). Die Resultase, die *Clement* und *Desormes* erhielten, kommen fast ganz mit denen von *Cruikshank* überein; sie beschränkten ihre Versuche aber nur allein auf die mit dem weifsen Zinkoxyde, ohne die der andern Metalle zu versuchen. Da sie bei einem Versuche statt der Kohle Graphit nahmen, so erhielten sie dieselben Resultate (*Annal. de Chim.* XXXIX, 33).

Zweitens. Mischungen aus einem Theile gereinigter Kohle und drei Theilen kohlensaurer Kalkerde, oder Strontiamerde, oder auch Baryterde, gaben, wenn sie in einer eisernen Retorte einem heftigen Feuersgrade ausgesetzt wurden, dadurch, dafs eine Zersetzung eines Theils des kohlensauren Gas erfolgte, dieses Gas. Das unter diesen Umständen sich entwickelnde Gas ist eine Mischung aus ohngefähr einem Theile kohlensauren Gas gegen fünf Theile Kohlenoxyd (*Clement* und *Desormes Annal. de Chim.* XXXIX, 45); es wird demnach ein Theil der in den kohlensauren Erden enthaltenen Kohlensäure unverändert abgeschieden, allein der gröfste Theil derselben wird durch Einwirkung der Kohle in Kohlenoxyd verwandelt.

Drittens. Erhitzt man eine Mischung aus gleichen Theilen einer der drei kohlensauren Erden und reiner Eisenfeile stark in einer eisernen Retorte, so wird eine beträchtliche Menge gasförmiges Kohlenoxyd abgeschieden. *Priestley* machte diesen Versuch zuerst mit dem schwarzen Eisenoxyd und der kohlensauren Baryterde; da aber *Cruikshank* statt des oxydirten metallisches Eisen nahm, so erhielt er eine ungleich gröfsere Menge Gas (*Nicholsons* Journ. 1802, V, 4 und 208).

Viertens. Läfst man kohlensaures Gas langsam und wiederholt über zubereitete Kohle, welche in einer porcellanenen oder eisernen Röhre glühet, streichen, so verschwindet das kohlensaure Gas, und man findet an seiner Stelle Kohlenoxyd. Dieser Versuch wurde zuerst von *Cruikshank* angestellt (*Nicholsons* Journal, 1802. V, 209), und in der Folge von *Clement* und *Desormes* wiederholt (*Annal de Chim.* XXXIX, 46).

Aus den Versuchen von *Cruikshank* ergiebt sich, dafs man sich nur des dritten mit Sicherheit bedienen könne, um das Kohlenoxyd rein zu erhalten. Werden gleiche Theile kohlensaure Kalkerde und Eisenfeile, vorläufig jedes besonders, in verschlossenen Gefäfsen

Kohlensäure und Kohle.

Nach *Fourcroy* (*Encyclop. méthodique*, Th. III. p. 55) leidet die Kohlensäure keine Veränderung vom Kohlenstoffe, und ist nicht fähig sich mit diesem Prinzip zu überladen; man kennt nur eine einzige saure Verbindung des Kohlenstoff mit Sauerstoff.

Licht und Kohlenoxydgas.

Die Einwirkung des Lichts verändert dieses Gas nicht, (*Clement* und *Desormes* in *Crell's* Annal. 1801. B. II. p. 478, in *Scherer's* Journal, B. VII. p. 357; *Thomson's* System der Chem. Uebersetzung von *Wolff*, B. I. p. 710).

Kohle, Sauerstoffgas und Wärme.

a) Verschluckung des Sauerstoffgas durch warme Kohle.

Die Verschluckung der dephlogistisirten Luft durch Kohle zu untersuchen, gebrauchte Graf *Morozzo* folgenden Apparat: Gläserne Röhren von 1 Zoll Durchmesser und 12 Zoll Länge waren mit einem Stöpsel verstopft, und an jeder befand sich eine in Zolle und Linien eingetheilte Skale. Die gebrauchten Kohlen waren von Buchen, sie hatten einen Zoll und 8 Linien Durchmesser, und wogen anderthalb Drachmen. Als er die vorher glühend gemachte Kohle durch Quecksilber in eine ganz mit dephlogistisirter Luft, die er aus Salpeter entbunden hatte, gefüllte Röhre gebracht hatte, so betrug die Absorbtion 1 Zoll 11 Zoll 11 Linien; bei derselbeu Luft aus rothem Präcipitate durch Wärme erhalten, war die Verschluckung sehr geringe; bei einer dephlogistisirten Luft, die er aus einem grofsen Destillirglase mit Wasser, welches ohngefähr einen

geglühet, hierauf vermischt, und in einer eisernen Retorte einem heftigen Feuer ausgesetzt, so sind die sich entbindenden Gasarten eine Mischung aus Kohlensäure und Kohlenoxyd; nimmt man erstere durch Kalkwasser hinweg, so bleibt das Kohlenoxyd rein zurück.

4) Nach *Cruikshank*, *Clement* und *Desormes* ist das Kohlenoxydgas eine eigene Gasart, die sich von der Kohlensäure in ihren Bestandtheilen durch einen gröfsern Kohlengehalt unterscheidet; nach der chemischen Societät zu Amsterdam ist es gekohltes Wasserstoffgas, welches weniger Kohle, als das bis dahin gekannte gekohlte Wasserstoffgas enthält. *Berthollet* erklärt dasselbe für eine dreifache Verbindung von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Eine nähere Beleuchtung dieser Hypothesen bei den Versuchen auf die man sie gründete.

Monat lang der Sonne ausgesetzt gewesen war, erhielt, betrug die Verschluckung etwa 2 Zoll und 1 Linie (*Journal de physique*, 1783; *Lichtenberg's* Magazin für das Neueste aus der Physik, B. II. Stück 2. p. 13; *Weber* über Luft u. s. w. Landshut 1785. p. 268; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. III. p. 301).

v. Noorden und *Rouppe* wiederholten diese Versuche mit folgendem Geräthe. Eine Büchse von rothem Kupfer, die mit einem langen eisernen Stiel, mit hölzernem Griff versehen ist, wird durch einen ebenfalls mit einem Stiele versehenen Deckel verschlossen, der sich einschrauben läfst. In diesem befindet sich ein Hahn mit kegelförmigem Ende, welches genau in eine kegelförmige ebenfalls kupferne Büchse pafst, welche sich auf einer graduirten Glasglocke angelöthet befindet. Mit diesem Apparate stellten sie die Versuche auf folgende Art an. Sie füllten die Büchse mit kleinen Stücken stark glühender Schmiedekohlen, schlossen den Deckel, und liefsen das Gefäfs zur vollkommenen Abkühlung einige Stunden hindurch in kaltem Wasser stehen. Hierauf stellten sie die Büchse auf die mit Wasser gefüllte Glocke, in die sie nun die zu prüfende Gasart hineintreten liefsen, öffneten den Hahn, und schlossen von dem Volumen den das hineintretende Wasser einnahm, auf den Grad der Absorbtion. Das Volumen der Büchse betrug 25 Cubikzolle; die Quantität Kohlen, die sie enthielt, betrug gegen 16 bis 17 Cubikzolle. Die mit glühenden Schmiedekohlen gefüllte Büchse wurde, nachdem sie 12 Stunden lang war abgekühlt worden, auf die 110 Cubikzolle Sauerstoffgas enthaltende Glasglocke gebracht. Nach Oeffnung des Hahns wurden im Anfange bald gegen 30 Cubikzoll verschluckt. Die Absorbtion ging darauf langsam bis 46 Cubikzoll (*Annal. de Chim.* XXXII. 3; *Scherer's* allgem. Journ. B. III. p. 301; *Thomsons* System d. Chem. übersetzt durch *Wolff* I. p. 55).

Parrot und *Grindel* löschten kleine durchaus glühende Kohlen in Quecksilber, und brachten sie, ohne die äufsere Luft zu berühren, in eingeschlossenes Sauerstoffgas. Die Absorbtion wurde langsamer befunden, als in atmosphärischer Luft, geschwinder als in Stickgas. Nah $3\frac{1}{2}$ Stunden war sie völlig. Die Kohle füllte ohngefähr $\frac{1}{3}$ des absorbirten Raumes aus (*Scherer's* allgem. Journ. der Chem. B. III. p. 301). Die Erzeugung des Gas, so wie die Absorbtion geschah im Quecksilberapparate; das Absorbtionsgefäfs hielt von 2 bis 3 Unzen, und jeder Versuch wurde wenigstens ein paar Mal wiederholt.

Nach *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe, B. II. p. 480. u. v. a. O.) soll eine glühend durch Quecksilber gelöschte Kohle, wenn man sie in eine mit Quecksilber gelöschte Flasche voll reiner Luft bringt, 8 bis 10 Mal ihr Volumen von derselben verschlucken.

Derselbe bemerkt, (*Gren's* Journ. der Physik, B. I. p. 142) er habe eine glühende Kohle in Quecksilber gelöscht, und sie, da die Wärme noch auf 50 Grad gewesen sei, unter eine Glocke voll reiner Luft gebracht, worauf eine grofse Quantität von derselben verschluckt sei. Als er sie darauf unter eine mit Kalkwasser gefüllte Glocke gebracht habe, habe sich ein Theil der eingesogenen Luft entwickelt, ohne das Wasser zu trüben; es sei also keine fixe Luft erzeugt.

Winterl sagt: (*Gilbert's* Annal. der Physik, B. VII. p. 381). Die Lebensluft kehre aus der Kohle bei gewissem Temperatursgrad als azotische zurück.

b) Verbrennen der Kohle im Sauerstoffgas.

Glühende Kohlen gerathen im Sauerstoffgas in Flammen, (*Lavoisier's* phys. chem. Schrift; Uebersetz. von *Link*, B. IV. p. 142; *Euler's* Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre, B. III. p. 219) brennen in demselben mit hellem Glanze, mit Funkenwerfen und einem verpuffungsartigen Geräusche, (*Leonhardi* in s. Ausgabe von *Macquers* chem. Wörterb. B. VI. p. 709; *Gehler* in s. phys. Wörterb. B. II. p. 277; *Ingenhoufs* Versuche mit Pflanzen, aus dem Französ. d. *Scherer*, B. I. p. LXIX; *Scherer's* Grundzüge der neuen chem. Theorie, p. 45; *Fischer* in s. phys. Wörterb. II. p. 497) und verzehren sich darin weit schneller, als in atmosphärischer Luft (*Fischer's* phys. Wörterb. B. II. p. 626; *Mayers* Anfangsgründe der Naturlehre, p. 361). Zugleich entsteht dabei eine ausserordentliche Hitze. 1) (*Achard* in d. *Nouv. Memoire de l'Academie*, à Berlin ann. 1779; *Rozier Observ. sur la physique*, T. XX. Nov. 1782. p. 371 ff.; *Achard's* Sammlung phys. und chem. Abhandl. B. I. p. 132 ff.; *Ehrmann* in s. Versuch einer Schmelzkunst mit Beihilfe der Feuerluft, p. 4; *de la Metherie* über reine Luft, teutsche Ausgabe, B. I. p. 124; die philosophische Societät zu London in *Tilloch's Magazine*, Vol. VIII. No. 29 (Octob. 1800) p. 21 ff; *Scherer's* chem. Journ. B. VIII. p. 501; *Hildebrandt* in der Encyclop. der Chem. Th. II, Heft 9. p. 234). Leitet man durch den *Ehrmann*'schen Apparat das Sauerstoffgas auf glühende Kohle, so glühet sie in einem solchen Grade, dafs das blose Auge derselben blendende Helle nicht lange aushalten kann (bei *Ehrmann* a. a. O. p. 4).

1) Hierauf gründet sich die Anwendung der Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgas zur Schmelzung der strengflüfsigsten Körper, welche zuerst *Achard* (*Nouv. de l'Academie*, *à Berlin*, *ann.* 1779; *Roziers Observ. sur la Physique*, T. XX. Nov. 1782. p. 371 ff.; *Achards* Sammlung phys und chem. Abhandlungen, B. I. Berlin 1784. 8 p. 132 ff.); dann *Ehrmann* (Versuch einer Schmelzkunst mit Beihülfe der Feuerluft, p. 4); *de la Metherie* (über reine Luft, teutsche Ausgabe, B. I. p. 124) und die philosophische Societät zu London, machten, (*Tillochs Philosophical Magazine*, Vol. VIII. No. 29 (October 1800) p. 21 ff.; *Scherer's* chem Journ. B. VIII. S. 501).

Lavoisier bemerkt (a. a. O. B. IV. p. 142) die Flamme der Kohle sei hiebei blendend weifs, und stärker als die des Kunkelschen Phosphors.

Nach *Guyton Morveau* (*Scherer's* allg. Journ. d. Chem. B. III. p. 507) erfordert die Kohle um in Sauerstoffgas zu verbrennen eine Temperatur von 188° des hundertgradigen Thermometers; nach *Thomson* (System der Chemie, *Wolff's* Uebersetz. B. I. p. 56) von 700° Fahr.

Lavoisier fand, dafs wenn man sehr reine Kohle in mit Quecksilber gesperrten Sauerstoffgas verbrennt, ein Theil der Luft in Kohlensäure verwandelt; wenn man die gebildete Kohlensäure durch kaustisches Alkali absorbiren läfst, das Rückbleibsel noch reine Luft, in der man wieder Kohlen verbrennen kann, ist; bei hinlänglicher Wiederholung des Versuchs alle Lebensluft in fixe zu verwandeln ist; wenn der Versuch in einem verschlossenen vor und nach dem Verbrennen genau abgewogenen Gefäfse angestellt worden, weder Zu- noch Abnahme am Gewicht Statt findet, und die Luft am absoluten Gewichte genau um so viel zugenommen hat, als das Gewicht der verbrannten Kohle betrug 1) (*Memoire de l'Academie* à Paris ann. 1783. p. 505 ff.; *Lavoisier's* phys. chem. Schrift, B. IV, Uebersetz. von *Link*, p. 116; *Crell's* chem. Annal. 1789. B. II. p. 152; *Grens* Journal der Physik, B. II. p. 311).

Lavoisier füllte mit Beihülfe von *Laplace* eine eingetheilte Glocke über Quecksilber mit 202.35 Zoll Sauerstoffgas, brachte in einer Schale eine bestimmte Quantität Kohle, auf welcher sich ein Stückchen Feuerschwamm und ein Stäubchen Phosphor befand, über dem Quecksilber in das Gas, sog nun mit einem gekrümmten Glasrohre einen Theil des Sauerstoffgas aus der Glocke heraus, so dafs das Quecksilber um einige Zoll über dem Niveau in dieselbe hinein stieg, als alles so vorgerichtet war, brachte man durch das Quecksilber ein gekrümmtes glühendes Eisen, zündete damit den Phosphor an, welcher den Zunder, und dieser die Kohlen ansteckte. Das Verbrennen geschah sehr schnell mit viel Licht, und nachdem alles kalt geworden war, fand sich das Volumen bis auf 170,59 Zoll vermindert. Darauf brachte man in die Glocke flüchtiges kaustisches Alkali; es geschah eine sehr schnelle Absorbtion, und die Luft war bis auf 73,93 Zoll vermindert, welche aus beinahe eben so reiner Luft bestanden, als man im Anfange des Versuchs genommen hatte. Nach geendigter Operation wurde die Kohle wieder gewogen, und um 17,2 Gran vermindert befunden, die entstandene Asche, die 0,3 Gran wog, mit gerechnet.

Die

1) Hieraus schlofs er, dafs die Kohlensäure aus Kohlenstoff (reiner Kohle) und Sauerstoff zusammengesetzt sei.

Die 202,35 Zoll Lebensluft, die gebraucht waren, wogen (den Cubikzoll auf 0,47317 Gran gerechnet) 95,74595 Gran.
Die verbrannte Kohle 17,20000 —

Summe vor dem Verbrennen 112,94595 Gran.

Die Mengen nach dem Verbrennen waren
1) 13, 93 Zoll Lebensluft = 34,07575 Gran.
2) 96, 66 — fixe Luft = 67,1787 —
(0,695 Gr. auf den Cubikzoll gerechnet.)

Summe nach d. Verbrennen = 101,9352 Gran.
Dieses von dem obigen abgezogen, bleibt . . 11,01075 —

In allen dieser Art Versuchen bemerkten sie Wassertropfen, die sich auf der Oberfläche des Quecksilbers, und selbst an den Wänden der Glocke ansammelten. 1)

Sie wiederholten den Versuch oft, und bemerkten, daſs je länger die Kohlen unter der Glocke blieben, ehe sie gewogen wurden, desto weniger von ihnen verzehrt gefunden wurde, und fingen daher an zu vermuthen, daſs man auf diese Art die wahre Menge der verbrannten Kohlen nicht finden könne. Bei einem andern Versuche war die Menge der verbrauchten Lebensluft vom Rückstande abgezogen 105,26 Zolle, wogen (den Cubikzoll auf 0,47317 gerechnet) 49,711 Gran.
Die Menge der verbrannten Kohlen 18,550 —

Summa 68,261 Gran.

1) *Lavoisier* schlieſst nun, da aus seinen mit *Meusnier* über die Zusammensetzung des Wassers angestellten Versuchen erhelle, daſs 11,01075 Gran Wasser aus
Sauerstoff . . . 9,5644 Gran
brennbarer Luft 1,4463 —

Summe 11,0107 Gran

bestehen, daſs 17,2 Gran gewöhnlicher nicht calcinirter Kohlen zusammengesetzt sein aus
15,7537 Gran Kohlenstoff
1,4463 — brennbare Luft

17,2000 Gran.

Man erhielt 91,791 Cubikzoll fixe Luft, wogen (den Cubikzoll 0,695 gerechnet) 62,795 Gran; es blieb also ein Deficit, welches vom entstandenen Wasser (muthmafslich) herrührte, von 5,466 Gran. 1) Die Kohlen waren in diesem Versuche nicht so lange unter der Glocke geblieben, ehe sie gewogen wurden; *Lavoisier* glaubt daraus schliessen zu können, dafs das Resultat der Wahrheit ziemlich nahe kommen müsse, indem die Kohlen nun nicht so viel Zeit gehabt hätten, Feuchtigkeit zu absorbiren.

Um den Resultaten ihrer Versuche mehr Genauigkeit und Glaubwürdigkeit zu geben, suchten sie völlig reine von aller brennbaren Luft befreite Kohlen zu gebrauchen; sie nahmen deshalb Kohlen von *Bourdenne*, wie man sie zum Kanonenpulver brauchte, brachten sie in einen mit Erde wohl vermachten Tiegel, und liefsen sie zwei Stunden hindurch ein sehr heftiges Calcinationsfeuer aushalten. Hierauf nahmen sie sie noch ganz warm aus dem Tiegel, und schlossen sie sogleich in ein trockenes wohl verstopftes Gefäfs ein, und wandten diese zu den folgenden Versuchen an. Diese Kohlen absorbirten aber doch die Feuchtigkeit der Luft, und die Luft selbst sehr schnell, sie hielten deshalb die Bestimmung des Gewichts durch die Menge der Kohlen, die nach dem Verbrennen zurück blieb, für fehlerhaft, indem sie mehr Kohlensäure erhielten, als die Summe der verbrauchten dephlogistisirten Luft und der verbrannten Kohlen betrug. Sie schlossen deshalb nachher von dem Gewichte der erhaltenen Kohlensäure auf das Gewicht der verbrannten Kohle zurück, wobei sie aber doch fast immer eine Differenz von einigen Granen fanden. Der Versuch, der Hrn. *Lavoisier* der zuverläfsigste zu sein schien, ist folgender:

dafs 96,56 Zoll fixe Luft = 67,1787 Gran bestehen aus

Kohlenstoff . .	15,7537	Gran.
Sauerstoff . . .	51,4250	—
	67,1787	Gran.

dafs demnach die Bestandtheile der Kohlensäure in 100 Granen seien

Kohlenstoff	23,4503	Gr.
Sauerstoff	76,5497	—

1) Hieraus schliefst er nun, dafs, da 5,466 Gran Wasser an Sauerstoff 4,749 Gr. an brennbaren Stoff 0,717 Gran enthalten, die Menge Sauerstoff zur Bildung der Kohlensäure in diesem Versuche betrage 44,962 Gran, und dafs 100 Theile Kohlensäure als aus

Sauerstoff	71,601
Kohlenstoff	28,399
	100,

bestehend durch denselben angegeben würden.

Die Menge der verbrauchten Lebensluft betrug 113,851 Cubikzoll, deren Gewicht (auf den Cubikzoll 0,47317 Gran gerechnet) = 53,871 Gran ist. Die Menge der entstandenen Kohlensäure durch kaustisches Kalk absorbirt, betrug 109 Cubikzoll, an Gewicht (0,695 auf den Cubikzoll gerechnet) = 75,755 Gran. Daher die Menge der verbrannten Kohlen = 21,884.

Das Volumen bei diesem Versuche hatte sich nach dem Verbrennen, aber ehe kaustisches Alkali hinein gebracht war, von 114 bis 109 vermindert, d. h. nach dem genauen Verhältnifse der verschiedenen Dichtigkeiten beider Luftarten, 1) *Lavoisier's* phys. chem. Schrift, B. IV. Uebersetz. v. Link, p. 118; *Memoire de l'Academie* à Paris ann. 1781. p. 448; *Kirwans* phys. chem. Schriften, B. III. Uebersetz. von Crell, p. 364; *Crell's* Beiträge zu den chem. Annal. B. III. St. 2. p. 205; *Bourguet's* chem. Handwörterb. B. II. p. 319 ff.; *Scherer's* allgem. Journ. der Chemie, B. X. p. 581 ff.)

Guyton Morveau führt (*Crell's* chem. Annal. J. 1787. B. II. p. 54) an, er habe bei *Lavoisier* bei der Verbrennung der Kohle in Lebensluft sich fixe Luft erzeugen gesehen, wobei die überschlüssige Lebensluft sich nicht verändert habe, und das Gewicht der angewandten Materialien mit dem Produkte

1) Er schliefst hieraus, dafs kein Wasser entstanden, und die angewandten Kohlen keine brennbare Luft gehalten hätten; dafs die Kohlensäure bestehe aus

Sauerstoff . .	53,871 Gran.
Kohlenstoff .	21,884 —
S.	75,755 Gran.

dafs 100 Theile derselben enthalten

Sauerstoff . .	71,112 Gran.
Kohlenstoff .	28,888 —

dafs 100 Theile bestehen aus

28 Kohle
72 Sauerstoff
100

führen an: *Lavoisier* (physisch chemische Schrift, übersetzt von Link, B. IV. p. 138; Göttingisches Journ. d. Naturwissenschaft. B. I. Heft IV. p. 117; *Voigts* Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. I. Stück 3. p. 110); *Fourcroy* (*Encyclop. méthodique - Chimie*, II. p. 469.); *Hildebrandt* (Encyclop. der Chemie, Th. I. p. 251); *Bourguet* (chemisches Handwörterb. B. II. p. 319); *Mayer* (Anfangsgründe der Naturlehre, p. 365); *Clement* und *Desormes* (*Trommsdorffs* Journal der Pharmacie, B. X. St. 2. p. 291). *Berthollet* führt an, (*Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. I. p. 373) 100 Theile desselben enthalten beinahe 76 Sauerstoff; an einem andern Orte, (*Wolff's* Annal. der chemischen Litteratur, B. I. p. 261) es bestehe aus 84 Cubikzoll oder 43 Gran Sauerstoff, 16 Gran Kohle, und 14,4 Gran Wasser.

in gehörigem Verhältnisse gewesen sei; denn durch 0,28 Kohlen, und 0,72 Lebensluft sei 100 fixe Luft hervorgebracht.

Auch *Fischer* (Wörterb. B. II. p. 139) *Thomson* (System der Chemie, Uebersetz. v. *Wolff*, B. I. p. 25) *Hildebrandt* (Encyclop. d. Chem. B. I. p. 251) *Richter* (über die neuern Gegenstände der Chemie, St. 11. p. 128) führen an, daſs nach *Lavoisier's* Bestimmung 28 Theile Kohle etwa 72 Theile Lebensluft dem Gewichte nach verzehren, und 100 Theile Kohlensäure bilden. *Fischer* (phys. Wörterb. B. III. p. 139, und B. IV. p. 356) und *Gehler* (phys. Wörterb. B. V. S. 527) bemerken, wenn man das Verbrennen mit einer wohl ausgeglüheten Holzkohle unter einer mit Lebensluft gefüllten, und mit Quecksilber gesperrten Glasglocke unternehme, so, daſs man etwas Zunderschwamm und Phosphor an die Kohle geklebt habe, und diese durch ein Brennglas von Auſsen vermittelst des Sonnenfeuers anzünde, so finde man, daſs die elastische Flüſsigkeit unter der Glocke dabei nicht verschwinde, wie beim Verbrennen des Phosphors, sondern, daſs vielmehr eine eigene Luftart sich bilde, die nicht zum Athemholen und zur Unterhaltung des Verbrennens diene. Aezende Lauge und Kalkwasser verschlucken diese Gasart noch schneller, und erleiden dadurch selbst Veränderungen in ihrer Natur. Die davon übrig bleibende Luft, welche das Wasser oder die ätzende Lauge nicht verschlucke, sei der Antheil unveränderter Lebensluft, der nicht zum Verbrennen der Kohle mit angewendet sei. Habe man die Kohle vor dem Verbrennen gewogen, so wiege der Rückstand der Kohle nach dem Verbrennen mit der gebildeten Gasart zusammen so viel, als die Kohle vor dem Verbrennen, und der Antheil der zersetzten Lebensluft zusammen wogen. Das Gas nimmt, Ihnen zufolge, während des Verbrennens am Umfange etwas ab, und man findet nachher, daſs es aus $\frac{6}{7}$ der neuen Gasart und $\frac{1}{7}$ unverändertem Sauerstoffgas bestehe.

Schon *Scheele* (sämtliche phys. und chem. Werke, B. I. p. 112) fand, als er einen Kolben mlt Feuerluft über glühende Kohlen brachte, daſs die Kohlen angeblich, noch ehe sie in unmittelbare Berührung mit der Luft kamen, anfingen sehr hell zu brennen, daſs, da er, nachdem alles kalt geworden war, den Kolben über Wasser öffnete, der vierte Theil mit Wasser angefüllt wurde, als er aber noch mit Hilfe der Kalkmilch die Luftsäure wegnahm, nur der vierte Theil der Luft im Kolben zurück blieb, in welcher ein Licht noch brennen konnte.

Berthollet führt (*Observat. sur le charbon et les gas hydrogènes carbonés, lues à l'institut national le 26 messidor an 9, par le Citoyen Berthollet.* Paris, Germinal an X.) an, daſs auch in den Fällen, in denen *Lavoisier* beim Verbrennen der Kohle sich einer möglichst stark geglüheten Kohle bediente, bemerkt wurde, daſs im Anfange des Versuchs sich die Seitenwände der Ge-

fäſse, so wie die Oberfläche des Quecksilbers mit Wasserdämpfen belegten, die sich nachher im kohlensauren Gas auflöſsten.

Clement und *Desormes* befestigten in einem Ballon, an welchem ein Hahn angebracht werden konnte, eine abgebrochene Röhre, in die sie etwas Kohle brachten, und die sie durch eine Art von Gitterwerk von Platindraht befestigten, damit sie nicht bei den mit dem Ballon vorzunehmenden Bewegungen aus der Röhre herausfallen konnte; darauf machten sie ihn luftleer, und lieſsen Sauerstoffgas hinein, dessen Gewicht sie bemerkten. Sie stellten die Verbrennung durch Hülfe eines schwachen electrischen Funken an. Nach geendigtem Verbrennen entfernten sie die Kohlenstoffsäure durch Barytwasser; die Menge des zurückbleibenden Gas zeigte die Quantität des angewandten Sauerstoffgas an, welche zur Bildung der Kohlensäure verbraucht worden war.

Folgendes ist die genauere Auseinandersetzung des Versuchs.

Quantität der eine Stunde lang geglüheten Kohle, die in den Apparat gebracht ward	1,4	Grammen.
Gewicht des luftleeren Ballons	725,5	—
Gewicht des hineingebrachten und durch Kali getrockneten Sauerstoffgas zugleich mit dem Ballon gewogen .	730,2	—

Nun stellten sie die Verbrennung selbst an, welche, weil das Sauerstoffgas sehr verdünnt war, langsam von Statten gieng. Wie sie bemerkten, daſs die Kohle nicht mehr brannte, brachten sie von Neuem Sauerstoffgas hinein, so, daſs der Ballon jetzt 731,6 Grammen wog, nachdem sie sich davon überzeugt hatten, daſs sein Gewicht nach dem Verbrennen nicht geändert worden war. Jetzt ward die Verbrennung beendigt, und es blieb nur eine geringe Menge Asche zurück, welche im Brennpunkte eines Brennglases zusammen backte, aber nicht verschwand. Der Ballon ward von Neuem gewogen, und sein Gewicht gar nicht verändert befunden. Sie lieſsen nun eine hinlängliche Menge Barytwasser hinzu, um alle gebildete Kohlenstoffsäure wegzunehmen; dann sammelten sie das Gas, welches im Ballon zurückgeblieben war, und schieden den erhaltenen kohlensauren Baryt durchs Filtriren. Das Gas, welches Sauerstoffgas mit Stickgas vermengt enthielt, weil das erstere, obgleich aus dem oxydirt salzsauren Kali erhalten, doch nicht ganz rein war, ward gewogen, und die rückständigen 23 Decilitres Gas betrugen 2,76 Grammen. Weil bei diesem Gas aber noch etwas atmosphärische Luft befindlich war, welche im Ballon bei der Darstellung eines leeren Raums zurück blieb, indem das Barometer noch auf 7 Linien stand, so suchten sie das Volum und das Gewicht dieser Luft durch Versuche zu bestimmen. Ihr Volum betrug 0,16 Litres, und wog 0,19 Grammen, welche man daher von den 2,76 Grammen abziehen muſs, die sich überhaupt im Ballon befanden, so, daſs in Allem also 2,57 Grammen Sauerstoff zurück-

blieben, die keine Verbindung mit der Kohle eingegangen waren. Da sich nun aber zu zwei verschiedenen Malen in Allem 6,10 Grammen Sauerstoffgas zugesetzt hatten, so sind 3,53 Theile Sauerstoff zur Verbrennung der Kohle angewandt worden. Das Gewicht der Kohle betrug 1,4 Grammen; es war aber ein wenig Asche zurückgeblieben, deren Gewicht sie nicht anders schätzen konnten, als dafs sie noch eine gleiche Menge Kohlen verbrannten, wobei 0,025 Grammen zurück blieben, also 1,315 Grammen Kohle verbrannt worden waren. 1) Jetzt war noch übrig den kohlensauren Baryt zu untersuchen. Er ward gewogen, und betrug 20,77 Grammen. Sie brachten ihn in einen Ballon, der 0,8 Litres fassen konnte; und trieben die Kohlensäure durch Salzsäure aus. Das Gas ward in eine Blase gesammelt, und in eine luftleere Flasche geleitet; es wog 4,3 Grammen. Weil aber von diesen 4,2 Grammen noch die atmosphärische Luft des Ballons, welche in den 0,8 Litres enthalten ist, abgezogen werden mufs, von der man aber nur 0,987 Grammen in Rechnung bringen kann, und welche 1,47 Gran gewogen hätte, wenn sie kohlenstoffsaures Gas gewesen wäre, so erhielten sie aus den 20,77 Theilen des kohlenstoffsauren Baryts 4,840 Grammen kohlenstoffsaures Gas. Sie bemerken, dafs sie 4,905 Grammen hätten erhalten müssen, dafs aber der geringere Betrag leicht von einem zufälligen Verluste an kohlenstoffsaurem Baryt herrühren konnte, da ohne Zweifel etwas davon am Filtrum hängen geblieben war. Während des ganzen Versuchs stand das Barometer auf 76,9, und das Thermometer auf 2,25. Sie wiederholten den Versuch zum zweiten Male, und bekamen folgende Resultate:

Angewandte Kohle . . 1,87
Sauerstoff 4,69. 2)

Sie begnügten sich aber bei diesem Versuche die Kohlenstoffsäure blos zu absorbiren, ohne die Quantität derselben zu erforschen (*Scherer's* allgem. Journ. der Chemie, B. VII. p. 339–343).

Bei so vorsichtig wiederholten Versuchen fanden sie, dafs die Kohlen, welche sorgfältig gegen alle Spur der Feuchtigkeit geschützt waren, keine Spur von Wasser gaben. (*Gilbert's* Annalen B. XIII St. 1 p. 75.)

Fourcroy führt (*Système des Connaiss. chim.* I p. 179) folgendes über das Brennen der Kohle im Sauerstoffgas an. Erhebt man die Temperatur der Kohle bis zum Rothglühen, und bringt sie roth in Berührung mit Sauerstoff-

1) Dieser Versuch giebt nach ihnen das Verhältnifs des Sauerstoff zu der Kohle im kohlensauren Gas wie 71,9 zu 28,1 an.

2) Dieser Versuch gab ihren Folgerungen gemäfs, das Verhältnifs des Sauerstoffs zu der Kohle im kohlensauren Gas = 71,4 : 28,6. Als mittleres Resultat ihrer Versuche geben sie 71,65 Sauerstoff, und 28,35 Kohlenstoff.

gas, so brennt der Kohlenstoff lebhaft darin, giebt Funken, und eine nicht sehr glänzende, aber doch sehr lebhafte Flamme darin. Bald darauf sieht man ihn verschwinden, im Sauerstoffgas sich auflösen, und also seine elastisch flüssige Form annehmen. Man findet, daſs 28 Theile Kohlenstoff in 72 Theilen Sauerstoffgas verschwinden, oder sich so in ihm auflösen können, und daſs daraus ein neues Gas entsteht, welches etwas weniger im Umfange beträgt, als das Sauerstoffgas, das ihm seine Form gab, und beinahe ein doppeltes specifisches Gewicht hat.

Nach *Schurer* (*Synthesis oxygenii* p. 25) bedarf eine Unze Kohle zu ihrer Verbrennung 2960 Cubikzoll Sauerstoffgas, und es entstehen dabei drei Unzen 43,41 Gran Kohlensäure.

Parrot und *Grindel* machten (*Scherer's* allgem. Journal der Chemie B. IV p. 450) folgenden Versuch über die Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgas: Eine Glasröhre von zehn Linien Rheinl. eilf Zoll lang, mit einer kleinen Oeffnung am einen Ende, am andern ganz offen, mit einem vollkommen luftdicht verschlossenen und mit einem Flaschendeckel versehenen Kork wurde mit Quecksilber gefüllt, und dann mit reinem Sauerstoffgas versehen, welches ohngefähr vier Zoll ihrer Länge einnahm. Eine völlig glühende Kohle wurde hineingebracht und verstopft, zugleich die kleine Oeffnung, welche mit dem Finger unter Quecksilber zugehalten wurde, geöffnet. Die Kohle glühete ein Paar Sekunden recht lebhaft, warf einen weiſslichten Dunst um sich, wie der Dunst des Phosphors, der den ganzen Raum erfüllte. Nach und nach verschwand dieser Dunst. Das Quecksilber stieg, und besetzte den halben Raum des Sauerstoffgas, und nach Erkältung des Apparats und Ablassung des Quecksilbers fanden sie die innern Wände der Röhre, so weit als das Quecksilber während des Verbrennens gefallen war, besonders unterhalb, mit so merklichen Tropfen Wasser bedeckt, daſs sie zuweilen zusammen, und längs der Röhre herabflossen. Das letztere geschah besonders, als sie den Versuch zum vierten Male und zwar mit mehr Sauerstoffgas als vorher anstellten. Es wurde vorzüglich das zweite, dritte und vierte Mal alle denkbare Vorsicht angewandt, um ja keine Feuchtigkeit in der Röhre vor dem Versuche zu haben, die Röhre selbst sehr sorgfältig abgetrocknet; das Quecksilber gleichfalls, welches nach der Füllung hin und her bewegt wurde, um zu sehen, ob etwas Feuchtigkeit mit dem Quecksilber und dem Gas dennoch eingetreten wäre. Auch erkälteten sie den Apparat nach dem Versuche um so viel als er es vorher war. Ein kleiner erdartiger Rückstand, als ein weiſslichter Staub auf der Kohle, konnte, der geringen Menge wegen, und weil er nachher auch verschwand, nicht untersucht werden. Eben so der gasartige Rückstand. Daſs dieser aber keine Kohlensäure sei, schlossen sie daraus, daſs er durch die rückständige ansehnliche

Kohle absorbirt wurde. Nach den Erfahrungen von *Clement* und *Desormes* entsteht nichts als Kohlensäure, wenn man Sauerstoffgas sehr langsam über glühende Kohle streichen läfst. (*Crell's* Annalen J. 1801 B. II p. 485.) Sie brachten in eine sehr lange gläserne Röhre, die auf einen kleinen Ofen gestellt wurde, 4,50 Grammen Kohlen von gewöhnlichem Holze, die in der Esse eine Stunde lang erhitzt worden war, ohne sie kalt werden zu lassen. An dem Ende der Röhre fügten sie zwei andere an, die eine gleiche Quantität von salzsaurer Kalkerde enthielten; beide wurden in eine Mischung von Eis und Kochsalz gesteckt, deren Temperatur beständig sieben bis acht Grade unter 0 nach dem hundertgradigen Thermometer erhalten wurde. An der einen dieser Röhre war eine leere Blase angebracht, an der andern aber eine dergleichen, in welcher zwölf Litres Sauerstoffgas befindlich waren. Die grofse Röhre wurde darauf an der Stelle, wo die Kohle war, erhitzt, das Gas wurde übergetrieben, die Verbrennung erfolgte, aber man sahe nicht, dafs auch nur das mindeste von Wasser sich absetzte Die Röhre mit der salzsauern Kalkeroe, durch die das Sauerstoffgas vor der Anwendung gegangen war, wurde gewogen, ihr Gewicht hatte sich um 0,13 Grammen vermehrt. Die salzsaure Kalkerde, durch die das Produkt der Verbrennung hindurch gegangen war, war nur um 0,02 Grammen schwerer geworden, und das dadurch angezeigte Wasser war doch, Ihnen zu Folge, der Feuchtigkeit zuzuschreiben, welche die Kohle, als sie in die Röhre gefüllt wurde, aus der Atmosphäre angezogen hatte. Wollte man, sagen sie, annehmen, dafs diese Quantität durch das Verbrennen sei hervorgebracht worden, da sie nur 0,003 Grammen Wasserstoff, der von 4,50 Grammen Kohle herkommt, enthält, so würden darin auf 100 Grammen nur 0,065 Grammen, d. h. $\frac{1}{1500}$, also eine Quantität von einer nicht zu bestimmenden Gröfse vorhanden seyn. (*Trommsdorff's* Journal der Pharmacie B. X St. 2 p. 290 f.)

c. Kohlensaures Gas und Wärme.

Als *Priestley* in einer Röhre von grünem Glase feste Luft einen ganzen Tag in einem so sehr erhitzten Sandbade, dafs das eine Ende der Röhre sich ausgedehnt hatte, aber doch nicht gesprungen war, stehen liefs, so füllte sich, als er nachher die Röhre unter Wasser öffnete, die eine Hälfte derselben den Augenblick mit Wasser; der übrige Raum wurde von der reinsten festen Luft eingenommen. (*Priestley's* Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre B. I p. 302; *Encyclop. méthod.* T. I p. 102.)

Da *Morgan* zwei von einander abgesonderte Blasen, die eine mit einer Pinte fixer Luft, und die andere mit einer gleichen Menge atmosphärischer = 75° gefüllt, in jede derselben ein Thermometer (der am untern Theile mit einem

einem grofsen Stücke Blei beschwert war, damit er desto leichter in der Luft untersinken möchte) befestigt, in jede Hand eine derselben genommen und beide in demselben Augenblick in einen Kübel mit Wasser, = 150, getaucht hatte, so bemerkte er, dafs das Quecksilber in beiden Wärmemessern gleich schnell stieg. (Adair Crawford's Versuche und Beobachtungen über thierische Wärme u. s. w. mit Wilhelm Morgan's Erinnerungen wider Crawford's Theorie, Leipzig 1785, aus dem Englischen p. 160.)

Priestley fand, dafs eine Quantität dieser Gasart, welche eine 13 Unzenmaas Wasser fassende Flasche füllte, durch die Erwärmung von 32° Fahr. bis auf 50° um 3,97 Zolle ausgedehnt werde. (Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft Th. III p. 322.) 1)

Prieur du Vernois fand, dafs das kohlensaure Gas 2), dessen Volum man zur Einheit annimmt, bei einer Erhöhung seiner Temperatur

von 0°	bis	20°	R.	einen	Raum	—	1,1105	
—	—	—	40	—	—	—	—	1,3066
—	—	—	60	—	—	—	—	1,7385
—	—	—	80	—	—	—	—	2,0094

einnahm. Das angewandte Gas wurde in einen mit Quecksilber gesperrten Ballon aufgefangen, dort auf 0° gebracht, und nach angebrachter Wärme die Produkte der Ausdehnung oder die aus dem Ballon ausgetriebenen Gasmengen in zwei gesonderte Recipienten aufgefangen, und ihr Volumen bei demselben Druck und bei 0° bestimmt. (*Encyclop. méthod.-chim.* I p. 684; *Scherer's* allgemeines Journal der Chemie B. VIII p. 252.) *Guyton-Morveau* hat hierauf die Berechnung gegründet, dafs sich dieses Gas bei einer Erhöhung der Temperatur von 0° bis auf 20° um $\frac{1}{9,049}$, von 20° bis auf 40° um $\frac{1}{5,090}$, von 40° bis auf 60° um $\frac{1}{2,31}$, von 60° bis auf 80° um ($\frac{1}{3,69}$), von 0° bis auf 80° um $1+\frac{1}{106,3}$ ausdehne; indessen hält er das in Klammern eingeschlosssene Resultat, als den Gesetzen der Ausdehnung nicht entsprechend, für falsch. *Encyclop. méthod.-chim.* I p. 686; *Langsdorf's* physisch-mathematische Abhandl. über Gegenstände der Wärmelehre, Marburg 1796 p. 199; *Fischer's* phys. Wörterb. B. III p. 323.)

1) *Seine Methode sehe man bei Sauerstoffgas und Wärme.*

2) Das aus Kalkspath durch Schwefelsäure erhalten war.

Schmidt erhielt folgende Resultate über die Elasticität dieses Gas bei verschiedenen Wärmegraden: 1)

Erster Versuch.

Barometerstand 27 Zoll 10 Linien.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	5,34		
50°	4,88	0,46	0,98
45°	4,36	0,52	
40°	3,80	0,56	1,24
35°	3,12	0,68	
30°	2,43	0,69	1,36
25°	1,76	0,67	
20°	0,99	0,77	1,53
15°	0,23	0,76	

Zweiter Versuch.

Barometerstand 27 Zoll 11 Linien.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	5,14	0,43	0,99
50°	4,71	0,56	
45°	4,15	0,60	1,21
40°	3,55	0,61	
35°	2,94	0,66	1,43
30°	2,28	0,70	
25°	1,58	0,67	1,43
20°	0,91		
15°	0,15	0,76	

1) *Das Gas wurde aus pulverisirter Kreide durch verdünnte Schwefelsäure entwickelt. Der Entbindungsapparat hatte dieselbe Einrichtung, als der zur Entbindung des Wasserstoffgas für Versuche dieser Art (s. Wasserstoffgas und Wärme) gebrauchte, mit dem Unterschiede, dafs das zur Austrocknung des Gas dienende Zwischengefäfs hier nicht mit einer Mischung von gebranntem Kalk und Laugensalz, son-*

Schmidt bemerkt hiebei, es finde sich zwar in den Unterschieden der beiden Versuche einige Irregularitäten, aber im Ganzen seien sie mit den höhern Graden der Wärme abnehmend, wie leicht erhelle, wenn man nur die Unterschiede von 10 zu 10° der Wärme mit einander vergleiche.

Ueber die unmittelbaren Ausdehnungen des kohlensauren Gas durch Wärme erhielt er folgende Resultate: 1)

1) Eine Temperaturerhöhung von $11\frac{1}{2}°$ — 78° gab die Ausdehnung = 0,3618.

2) Eine Temperaturerhöhung von 14° — 60° gab 0,2542 Ausdehnung.

Hieraus zieht er die Ausdehnung

für 80° = 0,4352
für 5° = 0,0272 } aus dem ersten Versuche.
für 80° = 0,4421
für 5° = 0,0276 } aus dem zweiten Versuche.

Berechnet man aus dem Unterschiede der Elasticitäten zwischen 15° und 20° Temperaturänderung = 0,76 Zoll die Ausdehnung, indem man durch den Barometerstand dividirt, so findet man

für 5° — 0,02724
für 80° — 0,4352

sehr gut übereinstimmend mit dem ersten Versuche über die unmittelbare Ausdehnung. Hingegen giebt der mittlere Unterschied der Elasticität zwischen 45° — 55° = 0,985 eine Ausdehnung von

für 80° = 0,2833
für 5° = 0,0177

sehr beträchtlich geringer. Da S. selbst mifstrauisch gegen das Resultat seiner Versuche war, so wiederholte er den Versuch über die Elasticität des eingeschlossenen kohlensauern Gas nochmals mit aller möglichen Vorsicht.

dern blofs mit letzterm, das vorher über Kohlen getrocknet wurde, angefüllt war. Zur Bestimmung der Zunahme der Elasticität bediente er sich des dort angeführten kleinen Heberbarometers.

1) *Der Apparat war derselbe, dessen er sich bei ähnlichen Versuchen mit Sauerstoffgas bediente. Man s. Sauerstoffgas und Wärme.*

Dritter Versuch.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	4,82		
50°	4,26	0,56	1,14
45°	3,68	0,58	
40°	3,10	0,58	1,20
35°	2,48	0.62	
30°	1,83	0.65	1,35
25°	1,13	0.70	
20°	0,34	0,79	1,60
15°	0,47	0,81	

Er bemerkt hier, daſs zwar die einzelnen Resultate dieses Versuchs etwas von denen der beiden ersten Versuche verschieden seien, daſs aber doch immer im Ganzen dasselbe Gesetz bleibe: die Zunahme der specifischen Elasticität des eingeschlossenen Gas, durch gleiche Unterschiede der Wärme, ist mit der höhern Temperatur abnehmend. Um einigermaſsen das Gesetz der Abnahme, so viel es die Verschiedenheit in den Resultaten der Versuche zuläſst, zu bestimmen, nimmt er aus den drei Versuchen die mittlern Unterschiede der Elasticität von 10 zu 10° der Wärme; sie sind

15° — 25°	— 1,2			
25 — 35	— 1,36	16		
35 — 45	— 1,22	14	zweite Unterschiede.	
45 — 55	— 1,04	18		

Setzte man den mittlern zweiten Unterschied = 16 unveränderlich, so würden die Unterschiede der Elasticitäten

von 5 — 15 — 1,68
— 15 — 25 — 1,52
— 25 — 35 — 1,36
— 35 — 45 — 1,20
— 45 — 55 — 1,04
— 55 — 65 — 0,88
— 65 — 75 — 0,72

Oder die Vermehrung der Elasticität des eingeschlossenen kohlensauren Gas durch gleiche Grade der Wärme betrüge bei einem Barometerstande von 28 Zoll um die Eiskälte mehr als noch einmal so viel, als wenn die Temperatur

schon bis zur Siedhitze angewachsen ist, indessen die wirkliche Ausdehnung desselben Gas durch die Wärme bei unveränderlichem Druck der Atmosphäre wenigstens sehr nahe als gleichförmig zwischen der Temperatur des Eis- und Siedpunkts angenommen werden darf. Dafs die Ursache dieses Phänomens schlechterdings nicht einer Zersetzung des kohlensauren Gas durch die Berührung des Quecksilbers zuzuschreiben sei, erweifst er dadurch, dafs die Berührung zwischen dem Quecksilber und dem Gas bei seinem Apparate kaum einen physischen Punkt ausmachte, und die unmittelbare Berührung noch durch einen kleinen Theil atmosphärischer Luft in der Barometerröhre verhindert wurde. Auch bemerkte er nicht die geringste Verkalkung auf der Oberfläche der Quecksilbersäule während des Versuchs. 1) (*Gren's* neues Journal der Physik B. IV Heft 4 S. 387 ff.)

Als *Kirwan* fixe Luft 2); die er auf die möglichst trockenste Weise erhalten hatte, in ein 17° kälteres Zimmer brachte, so wurde die innere Seite der Kugel mit Thau bedeckt, der bald sichtbare Tropfen bildete (*Crells* Beiträge zu den chem. Annal. B. III. Stück 2 S. 139.) Nach *Schurer* (*Synthesis oxygenii* p. 22) behält die Kohlensäure ihren Gasförmigen Zustand in allen Graden der Kälte.

d. Kohlensaures Gas und Flamme.

Die Kohlensäure ist nicht entzündlich. (*Lavoisier* phys. chem. Schrift. übersetzt von Link B. IV. S. 138); *Reynier* (*du Feu* p. 191).

Eine in dieselbe gebrachte Flamme wird sogleich ausgelöscht. (*De Chaulnes* (*Encyclop. méthod. Chim. T. III. p.* 480); *Cavendish* (*Philosoph. Transact. Vol. LVI, p.* 166; neues Hamburgisches Magazin, B. XII. p. 421); *Priestley* (*Philosoph. Transact. Vol. XXII. p.* 149); *De Smeth* (*Dider. de Smeth Dissert. de aëre fixo Trai. ad. Rh.* 1772, 4, *p.* 73); *Lavoisier* (*opusc. phys. et chimiq. par M. Lavoisier I. à Paris* 1774 *p.* 305), *Bergmann* (Kleine phys. und chem. Werke übersetzt von *Tabor*, B. I. p. 111); *De la Metherie* (über reine Luft etc. B. I. p. 102), *Gehler* (phys. Wörterbuch, B. II. p. 392); *Fischer* (phys. Wörterbuch, B. II. p. 649), *Halle* (natürliche Magie, B. I. p. 81); *Thomson* (System der Chemie, übersetzt v. *Wolff*, B. II, p. 45.) 3)

1) *Man sehe über die Wirkung des kohlensauren Gas auf Quecksilber die Rubrik Quecksilber, Kohle und Sauerstoffgas.*

2) Sie war durch Kochsalzsäure aus Kalkspat entbunden, und über Quecksilber aufgefangen.

3) v. Crell glaubt, dafs ihre Anwendbarkeit zum Feuerlöschen alle Aufmerksamkeit verdiene. Er erzählt (Neueste Entdeckung in d. Chemie B. XI S. 265.) folgenden Vorfall: „Ein Chemiker schlief beim Lesen bei Lichte ein; nach einer Stunde erwachte er ganz vom Dampfe umgeben, und fand den neben

Als *Lavoisier* in ein langes und enges Glas, das mit kohlensauerm Gas 1) gefüllt war, ein brennendes an einem eisernen Drahte hängendes Licht hineintauchte, so erlöschte es in dem Augenblicke, da die Flamme an die Mündung des Glases gekommen war, und der kohlichte Theil des Dochtes ward schwarz. Er konnte die nemliche Kerze zuweilen zehn oder zwölfmal anzünden und wieder in demselben Gas verlöschen lassen. Nur bemerkte er, dafs er die Kerze jedes Mal, wenn er sie von neuem verlöschen lassen wollte, ein wenig tiefer hineinsenken mufste, als zum ersten Male. (*Lavoisiers* phys. chem. Schriften, übersetzt v. *Weigel*, B. I. p. 267.)

Priestley bemerkt: Wenn man ein brennendes Licht in diese Gasart bringe, so verbinde sich der Rauch so geschwind damit, dafs nur sehr wenig oder gar nichts davon in die darauf liegende freie Luft übergehe. Hiebei bemerke man, dafs die obere Fläche dieses in der fixen Luft schwebenden Rauches eben und genau begrenzt sei, da hingegen die untere Fläche sich in viele Stücke zertheile, wovon verschiedene sich sehr weit in den mit dem Glas angefüllten Raum herunterziehen, und zuweilen die Gestalt von Kugeln annehmen, die an die obere Schicht mit dünnen Fäden gleichsam aufgehängt sind. Oft zertheilet sich auch der Rauch in grofse mit der Oberfläche der gährenden Flüfsigkeiten gleichlaufende Flocken (wenn man das Licht in das Gas über denselben bringt) welche in verschiedenen Entfernungen vollkommen den Wolken ähnlich herum schwimmen. Diese Erscheinungen dauern bisweilen über eine Stunde ohne merkliche Veränderung. Setzt man die Luft in Bewegung, so wälzt sich ihre Oberfläche wellenförmig hin und her; ist die Bewegung so stark, dafs etwas fixe Luft sich über den Rand des Gefäfses hinaus begiebt, so fällt der mit ihr vermischte Rauch nieder, als wenn es eben soviel Wasser gewesen wäre. (*Priestley's* Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, Th. I aus dem Engl. p. 24.)

Cavallo sagt (über die Natur und Eigenschaften der Luft etc. aus dem Engl. p. 758; Rosenthals natürliche Magie, B. V. p. 141), wenn man ein Licht durch Einsenken in fixe Luft auslösche, so füge es sich oft, dafs die Flamme über der Oberfläche der fixen Luft zurückbleibe, wenn gleich das Ende des Lichts vielleicht einige Zoll weit davon entfernt sei; und in diesem Falle

dem Bette stehenden Stuhl in Flammen, der im Begriff stand die Vorhänge des Betts zu ergreifen. Nirgends fand er Wasser zum Löschen: endlich fiel ihm ein, dafs er im Zimmer zwei grofse Flaschen voll fixer Luft stehen hatte, und dafs man damit solle das Feuer auslöschen können. Er öffnete eine dieser Flaschen und leerte sie so gut als möglich über das brennende Holz und Stroh des Stuhls aus. Wasser hätte das Feuer nicht so schnell auslöschen können, als es diese Luftart that: und in weniger als einer Viertelstunde war das Feuer ganz gelöscht. Der Mann bemerkte während 10 Minuten eine Beschwerlichkeit im Athemholen, aber nach einer halben Stunde war diese Beschwerde ganz vorüber.

3) Das aus Kreide entbunden war.

könne man das Licht wieder anzünden, oder vielmehr die Flamme wieder an ihre gehörige Stelle bringen, wenn man nur das Licht bis an dieselbe Linie wieder hinaufhebe; die Flamme erhalte sich hiebei durch einen Theil des Rauchs, welcher von dem Lichte bis über die Oberfläche der fixen Luft heraufsteige.

Rumford (dessen kleine Schriften etc., aus dem Engl. B. II. Abtheil. I. p. 79; *Gilberts* Annalen der Physik, B. III. p. 348) befestigte eine grofse über vier Maas e Gallons) haltende mit Kohlensäure gefüllte Blase an ein Löthrohr, dessen Ende sich gegen die helle Flamme einer so eben abgeschnupften Wachskerze richtete. Ein Druck auf die Blase trieb die Flamme gegen eine kleine Glasröhre, die sehr bald rothglühend und sogar geschmolzen wurde. Nach mehrern Wiederholungen dieses Versuchs, wobei er zugleich anmerkte, wieviel Zeit zur Schmelzung der Glasröhre erforderlich war, wenn die Flamme mit Kohlensäure auf dieselbe geblasen wurde, änderte er den Versuch dahin ab, dafs er statt der Kohlensäure gemeine atmosphärische Luft nahm; er gebrauchte dabei dieselbe Kerzen, dasselbe Löthrohr und sogar dieselbe Blase um die Versuche völlig gleich zu machen. Das Resultat davon war, dafs die Wirksamkeit des Löthrohrs gleich grofs war, es mochte die Kohlensäure oder die atmosphärische Luft angewandt werden. 1)

e. Kohlenoxydgas und Wärme.

Clement und *Desormes* untersuchten die Ausdehnung des Gas durch Wärme und bedienten sich dabei folgendes Apparats: D E (Taf. XI. Fig. 3) ist eine kleine gläserne Röhre, welche durch zwei Stöpsel B, C geht, und in eine gröfsere Röhre A B gebracht ist, die bei A offen, bei B durch Stöpsel verschlossen ist. Die kleine Röhre ist bei D offen und bei E verschlossen. Sie ist eben so wie die grofse Röhre graduirt, um das Quecksilber in der kleinen Röhre und im Gefäfse auf eine gehörige Höhe zu lassen, damit kein Druck statt finden kann. Nachdem die Röhre D E mit Quecksilber angefüllt worden ist, läfst man dieses wieder in das Gefäfs zurück, und bringt 101 Theile gasförmiges Kohlenoxyd hinein. Die Temperatur war damals 15,5° Reaum. Hierauf giefst man siedendes Wasser in die grofse Röhre, und bestimmt die Temperatur durch ein Thermometer, wenn man glaubt, dafs alles bis zu einer gleichen Tempera-

1) Aus diesen Versuchen und andern die er angeblich mit Sauerstoffgas und Stickgas angestellt und öfters wiederholt, aber a. o. a. O. nicht specificirt hat, glaubt er schliefsen zu können dafs die vermehrte Stärke und Thätigkeit der Flamme bei Anwendung des Löthrohrs nicht einer wirklichen Vermehrung des Wärmestoffs, sondern vielmehr der Bewegung der Flamme, — ihrer Richtung auf einen Punkt — der Heftigkeit womit sie gegen den zu erhitzenden Körper gestofsen wird, und dem frischen Ausflufs frischer Theilchen des heifsen Dampfs zugeschrieben werden müsse.

tur gebracht ist. — Das Thermometer zeigte ihnen 51° und das Volum des Gas betrug 124 anstatt 101. Bei der abnehmenden Temperatur bemerkten sie das Volum bei verschiedenen Graden. In der folgenden Tabelle der Ausdehnung dieser Gasart ist zur Vergleichung die Ausdehnung der atmosphärischen Luft verbunden. Alles ist hier aber auf 100 Theile gerechnet.

Temperatur des 100 gradigen Thermometers.	Volumen des gasförmigen Kohlenoxyds.	Volum der atmosphärischen Luft.
51	121	122
40	117	118
36	114	115
34	113	114
32	112	113
29	110	111
21	107	108
15	100	100

(*Scherers* allgemeines Journal der Chemie B. VII. S. 357; *Crells* Annalen f. 1801 B. II. S. 478 f.)

Kohlensäure und Sauerstoffgas.

Sauerstoffgas zeigt keine Einwirkung in das kohlensaures Gas. (*De la Metherie* (über reine Luft p. 218); *Thomson* (System der Chemie, übersetzt von Wolff B. II p. 47).

Scheele sagt (Physische und chemische Werke, herausgegeben von Hermbstädt, B. I p. 115), die mit Feuerluft gemischte Luftsäure habe dieselbe Wirkung als verdorbene Luft.

Kohlensaures Gas, Sauerstoffgas und Feuer.

Nach *von Humboldt* (Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises p. 106, 137; Scherer's allgemeines Journal der Chemie B. III p. 234) verlöschen Wachskerzen in einem Gas, welches aus 0,75 Sauerstoffgas und 0,25 Kohlensäure zusammengesetzt ist. In dem Werke über unterirdische Gasarten (p. 248) sagt er, sie verlöschen in einem mit einem Achtel Kohlensäure gemengten Sauerstoffgas. *Scheele* hingegen (dessen physische und chemische Werke, Hermbstädt's Ausgabe B. I p. 115; Macquer's chemisches Wörterbuch

buch, Leonhardi's Ausgabe B. II p. 689) bemerkt, daſs in einem Gemische aus vier Theilen fixer Luft und einem Theile Feuerluft ein Licht ziemlich gut brenne.

Oxydirtes Kohlenstoffgas, Sauerstoffgas und Feuer.

Nach *Clement* und *Desormes* läſst sich ein Gemisch von beiden Gasarten entzünden, wobei der Rückstand Kohlensäure ist. (Crell's chemische Annalen J. 1801, B. II p. 481.) *Cruikshank* will gefunden haben, daſs vier Theile des Kohlenstoffgas 4$\frac{1}{4}$ Theile Sauerstoffgas zur Sättigung erfordern, und beim Verbrennen drei Theile Luftsäure und Wasser bilden. (Scherer's allgemeines Journal der Chemie B. VII p. 386.)

Kohlensäure und Kohle.

Graf *Morozzo* füllte eine einen Zoll im Durchmesser und zwölf Zoll in der Länge haltende Röhre voll Quecksilber, stürzte sie über eine Schale, in der gleichfalls Quecksilber war, lieſs dann mittelst eines Hebers fixe Luft 1) in die Röhre, wodurch das Quecksilber verdrängt wurde. Nun brachte er eine glühende, anderthalb Drachmen wiegende, einen Zoll lange und acht Linien breite Kohle unter Quecksilber, und bemerkte eine schnelle Verschluckung von ohngefähr eilf Zollen. Er wiederholte den Versuch öfter und fand immer dasselbe. Nahm er eine sehr kurze Röhre dazu, so war die Verschluckung total. (Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. B. II Stück 2 S. 10 f., Weber über Luft, Landsh. 1785 p. 267 f.; *Journal de Physique*, 1783 *Avril*; *Encyclop. méthod. chim. I p.* 102.)

Als *Rouppe* und *van Noorden* eine Quantität von geglüheten und zwölf Stunden lang abgekühlten Schmiedekohlen, die in einer kupfernen Büchse von einem Volum von 25 Cubikzoll enthalten war, und gegen 16 bis 17 Cubikzoll betrug, mit 110 Cubikzoll kohlensauren Gas in Berührung brachten, schoſs das die Glocke, in der das Gas enthalten war, sperrende Wasser auf einmal in die Glocke hinauf, und füllte die Glocke ganz aus. Bei Wiederholung des Versuchs fanden sie, daſs 16 Cubikzolle Kohle 230 Cubikzolle kohlensaures Gas absorbirten. 2) (Scherer's allgem. Journal der Chem. B. III p. 300; Crell's chem. Annal. 1799 II p. 213.)

1) Aus klarem Marmor durch Vitriolöl erhalten.

2) *Ihren Apparat und das Detail ihrer Verfahrungsart sehe man bei Kohle, Sauerstoffgas und Wärme.*

Parrot und *Grindel* löschten reine vollkommen glühende Kohlen in Quecksilber, und leiteten sie dann in eine mit Kohlensäure gefüllte umgestürzte Flasche, um die Absorbtion zu beobachten. Sie erfolgte sehr schnell, und mit kleinen Portionen Kohle; durch sorgfältige Bereitung der Kohlensäure und Aufmerksamkeit in der Manipulation, brachten sie es so weit, daſs mit weniger als $\frac{1}{10}$ Kohle in weniger als drei Minuten die völlige Absorbtion geschah. (Scherer's allgem. Journal der Chemie B. IV p. 440.)

Auch *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe p. 218) brachte unter eine acht Zoll Luftsäure enthaltende Glocke eine einen Cubikzoll groſse in Quecksilber ausgelöschte Kohle. Sie sog die Luft völlig in sich.

Clement und *Desormes* fanden, daſs, wenn man eine Kohle in eine porzellanene Röhre bringt, sie bis zum Rothglühn erhitzt, und in diesem Zustande Kohlenstoffsäure zu wiederholten Malen darüber streichen läſst, sich das Volum des kohlenstoffsauren Gas vermehrt, dasselbe nicht mehr vom Wasser absorbirt wird, die Flamme nicht mehr auslöscht, sondern entzündlich geworden ist, und beim Verbrennen dieselben Produkte, als das durch die Reduktion des Zinkoxyds durch Kohle erhaltene Gas, giebt. (Scherer's allgemeines Journal der Chemie B. VII p. 318 und 361.)

Dieselben brachten an den beiden Enden einer Röhre, in welcher sich ganz trockene Kohle befand, und die durch einen oder durch zwei Ofen gelegt war, zwei Blasen mit ihren Hähnen an, von welchen die eine mit völlig über salzsaurem Kalk getrockneter Kohlenstoffsäure angefüllt, die andere aber luftleer war. Sie erhitzten die Röhre und lieſsen das kohlenstoffsaure Gas etwa zwanzig Mal durchstreichen; beim Anfange der Operation war die Zunahme des Volums sehr sichtbar, gegen das Ende konnnte man aber keine Zunahme mehr bemerken; sie nahmen deshalb die Blasen ab, um das erhaltene Gas zu untersuchen. Es verhielt sich wie gasförmiges Kohlenoxyd.

Zu den beiden folgenden Versuchen hatten sie eiserne Röhren angewendet, welche durch zwei Oefen gelegt worden waren.

1) Quantität der in die Röhre gebrachten Kohle 12 Grammen.
Menge der Kohlensäure - - - - - - - - - - 40 Decilitres.

Nach geendigter Operation wog die rückständige Kohle nur noch 8,61 Grammen. Sie hatten 94 Decilitres Gas erhalten, die ohngefähr 3 Decilitres kohlensaures Gas enthielten. 1)

1) Ihren Ansichten zu Folge giebt dieser Versuch die Bestandtheile des Kohlenoxyd-Gas in 25,1 Litres = 10 Litres kohlensaures Gas und 9,48 Grammen Kohlenstoff.

2) Quantität der in die Röhre gebrachten Kohle 15 Grammen.
Menge der angewandten Kohlensäure - - - 25 Decilitres.

Nach geendigter Operation wog die rückständige Kohle nur noch 13 Grammen. Sie hatten 86 Decilitres Gas erhalten, welche ohngefähr 3,92 Decilitres kohlensaures Gas enthielten. 1)

Anstatt in eisernen Röhren, wiederholten sie den Versuch jetzt in einer *porzellanenen*, welche sie nur durch einen Ofen legten.

3) Quantität der in die Röhre gebrachten Kohle 8,56 Grammen.
Menge der angewandten Kohlensäure - - - - 48 Decilitres.

Nach geendigter Operation wog die rückständige Kohle nur noch 6,15 Grammen. Sie hatten 93 Decilitres Gas erhalten, die 10,9 Decilitres kohlenstoffsaures Gas enthielten. 2)

Folgender Versuch ward in einer gläsernen lutirten Röhre, welche in einem besonders dazu eingerichteten Sandbade durch den Ofen ging, angestellt.

Quantität der in die Röhre gebrachten Kohle 4,5 Grammen.
Menge der angewandten Kohlenstoffsäure - - 55 Decilitres.

Nach geendigter Operation erhielten sie 82 Decilitres Gas, welches 33 Decilitres Kohlenstoffsäure enthielt; die rückständige Kohle wog nur noch 3,05 Grammen. 3) (Bei Scherer a. a. O. p. 347 ff.; Crell's Annalen für 1801 B. II p. 425 ff.)

Auch *Thenard* bemerkte, daſs, wenn er kohlensaures Gas durch glühende Kohlen streichen lieſs, dasselbe, indem es sich mit Kohlenstoff sättigte, in das gasförmige Kohlenstoffoxyd verwandelt werde. (*Observat. sur le charbon et les gas hydrogenés, carbonnés etc. par le citoyen Berthollet. Paris, Germinal an X;* Wolff's Annalen der chemischen Litteratur B. I p. 257.)

Auch die Gesellschaft der Holländischen Chemiker wiederholte den Versuch von *Clement* und *Desormes* mit der Kohle in einer glühenden eisernen Röhre. Sie lieſsen das kohlensaure Gas einige zwanzig Mal durch die glühende Röhre hin und hergehen. Das Gas blieb unverändert, indeſs die Zunahme des Volumens durch eine neu gebildete Luft verursacht wurde, welche entzündbar war. Die entzündbare Luft war leicht zu entdecken, indem sie das damit ver-

1) Hieraus schlieſsen sie, daſs aus 37 Theilen Kohlensäure 91 Theile gasförmiges Kohlenoxyd durch Aufnahme von 3,36 Grammen Kohle gebildet seien.

2) Hier hatten, ihnen zu Folge, 10 Litres Kohlenstoffsäure 6,49 Grammen Kohle aufgenommen, und auf diese Weise 22,1 Litres gasförmiges Kohlenstoffoxyd gebildet.

3) Bei diesem Versuche nahmen, nach ihrer Meinung, 100 Decilitres Kohlensäure 6,5 Grammen Kohle auf, und bildeten damit 222 gasförmiges Kohlenoxyd.

bundene kohlensaure Gas durch Ammoniak oder Kalkwasser absorbirten, und den Ueberrest durch die Flamme eines Wachslichtes verbrannten. Sie wiederholten denselben Versuch in einer gläsernen Röhre, und der Erfolg war derselbe. (Deimann bei Scherer a. a. O. B. IX p. 267; Crell's Annalen 1802 B. II p. 30 f.)

Oxydirtes Kohlenstoffgas, Kohle und Feuer.

Läfst man gasförmiges Kohlenstoffoxyd über rothglühende Kohlen streichen, so löfst es einen Theil derselben auf, und vermehrt sein Gewicht und sein Volum. (*Clement* und *Desormes* bei Scherer a. a. O. B. VII p. 361.)

Kohlensäure und Electricität.

Priestley füllte im Januar 1766 einen Recipienten, der oben offen war, und in den ohngefähr drei Maas (Pinten) gingen, mit Luft aus seinen Lungen, und senkte mit aller dabei nur möglichen Vorsicht ein geladenes Fläschgen hinein. Als er dasselbe, nachdem es ohngefähr zwei Stunden lang darin geblieben war, wieder herausnahm, fand er es ganz entladen. Er wiederholte den Versuch verschiedene Male, und zwar jedes Mal mit gleichem Erfolge. Weil er wähnte, es möchte die Entladung vielleicht der mit dem Gas verbundenen Feuchtigkeit zuzuschreiben seyn, so füllte er denselben Recipienten mit Luft aus der Mitte eines Kohlenfeuers, senkte die geladene Flasche wie vorher hinein, und fand sie eben so vollständig als im erstern Falle entladen. Auch diesen Versuch wiederholte er mehrere Male mit gleichem Erfolge. Ferner fand er, als er eine überzogene Flasche in den mit mephitischer Luft gefüllten Recipienten gebracht hatte, dafs es schlechterdings unmöglich war, dieselbe in dieser Luft zu laden, welches augenblicklich geschah, wenn er sie aus dieser Luft herausnahm, ohne dafs es nur nöthig gewesen wäre, sie abzuwischen. *Franklin*, der durch *Priestley* von seinen Versuchen Nachricht erhalten hatte, schlofs aus seinen mit der Luft aus Pyrmonter Wasser angestellten Versuchen, dafs dieselbe kein Leiter für Electricität sei, und auch *Priestley* fand nachher diesen Satz bestätigt. Man kann, nach Letzterm, eine geladene Flasche in eine Luftmasse von der Art, wie sie über der Oberfläche der gährenden Körper steht, senken, ohne dafs sie entladen wird. Wenn man indessen zwei gleiche Flaschen auf eine gleiche Art zu gleicher Zeit ladet, und die eine derselben in die mephitische Luft versenkt, die andere hingegen aufser derselben hält, so behält nach ihm diese die Ladung alle Mal länger als

jene, welche bisweilen nur eine ganz kurze Zeit über geladen bleibt. 1) (Priestley's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Electricität, übers. durch Krünitz, p. 396.)

Wallaston brachte einen kleinen Cylinder mit seinem Reibzeuge in einen Glasrecipienten, der sich nach Belieben mit Gasarten füllen liefs. Nachdem er den Grad der Erregung in atmosphärischer Luft untersucht hatte, füllte er denselben mit kohlensaurem Gas. Die Erregung wurde dadurch augenblicklich aufgehoben. (Gilbert's Annalen der Physik B. XI p. 112.)

Nach *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe B. II p. 174) kann man Funken in diesem Gas ziehen.

Auch *Pichtler* fand, und *Kortum* bestätigte es, dafs der electrische Funken in der reinsten Luftsäure sichtbar werde. (Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik B. X St. 3 p. 50.)

Priestley bemerkt (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen von Luft, Th. I, aus dem Englischen, p. 59), in der fixen Luft sei der electrische Funken ausnehmend weifs. Dasselbe bemerkt *Sennebier* (physisch-chemische Abhandlung über den Einflufs des Sonnenlichts u. s. w. Th. III p. 136). Nach *Gardini* (Abhandlung von der Natur des electrischen Feuers, teutsch durch Geifsler, p. 110) nimmt er gewöhnlich darin eine bläuliche Farbe an.

Voigt nahm eine im Bauche mit eingekitteten Drähten versehene Phiole, füllte sie mit ganz reiner gasförmiger Luftsäure aus Kreide und Vitriolöl an, verstopfte sie sogleich und brachte sie so zwischen die beiden Knöpfe der beiden entgegengesetzten Conductoren der Electrisirmaschine, dafs die äufsern Enden der eingekitteten Drähte über einen halben Zoll weit von denselben abstanden. Als er nun anfing zu electrisiren, so bemerkte er, dafs die Funken inwendig mit einem eben so lebhaften Lichte von einem Drahte zum andern schlagen, als wenn die reinste atmosphärische Luft darin gewesen wäre. Um sicher zu seyn, dafs während des Versuchs nicht reine Luft eingedrungen sei, nahm er den Stöpsel ab, und hielt ein brennendes Licht an die Mündung, welches aber schnell und gänzlich verlosch. 2) (Voigt's n. Theorie des Feuers, p. 323.)

Priestley liefs den electrischen Funken ohngefähr zwei Stunden lang in eine kleine Menge fixer Luft schlagen, die er in einer gläsernen Röhre mit Quecksilber gesperrt hatte; sie war vor dem Versuche von einer solchen Beschaffenheit, dafs sie bis auf $\frac{1}{50}$ vom Wasser verschluckt wurde; nach Been-

1) Er schreibt diese schnellere Entladung (gewifs mit allem Rechte) der in der Kohlensäure enthaltenen Feuchtigkeit zu.

2) *Diese letzte Probe konnte aber durchaus die gänzliche Abwesenheit des Sauerstoffgas nicht beweisen.*

digung des Versuchs fand er aber, daſs sie ein Viertel einer mit Wasser nicht mischbaren Luft enthielt. Die innere Seite des Gefäſses, worin er den Versuch vorgenommen hatte, war schwarz geworden. Bei Wiederholung des Versuchs war er auf die Beschaffenheit des Ueberrestes so wohl vor als nach dem Versuche aufmerksam; als er den electrischen Funken eine Stunde und zehn Minuten hindurch in eine Portion fixe Luft schlagen lieſs, die etwas mehr als ein halbes Unzenmaas betrug, so wurde nachher ein Fünftel der ganzen Luftmasse vom Wasser nicht verschluckt; der Gradmesser zeigte bei Prüfung des Ueberrestes 0. 9. Die Luft lieſs vor dem Versuche nur $\frac{1}{10}$ einer mit Wasser nicht mischbaren elastischen Flüssigkeit zurück, und der Gradmesser zeigte mit dem Ueberreste 1. Zugleich bemerkte er, daſs sich die Menge der Luft, worin der Versuch angestellt war, ohngefähr um $\frac{1}{20}$ vermehrt hatte. Bei einer andern Gelegenheit fand er, als er den Funken eine Stunde lang in ein halbes Unzenmaas fixe Luft hatte schlagen lassen, daſs von dieser Luft eben so viel eines mit Wasser nicht mischbaren Rückstands übrig war, als von einer fünf Mal gröſsern Menge derselben fixen Luft zurückgeblieben seyn würde, wenn er den electrischen Funken nicht hätte hineinschlagen lassen. Dieser Ueberrest war auch weit reiner, als der, den die ursprüngliche fixe Luft gab; denn der Gradmesser zeigte bei Prüfung desselben 0,8, da derselbe bei dem Rückstande der Luft vor dem Versuche, wie vorher, 1,0 zeigte. Bei Wiederholung des Versuches fand er den Ueberrest noch gröſser, aber von derselben Güte; auch bemerkte er im letztern Falle eine ziemliche Menge der erwähnten schwarzen Materie an der innern Seite der Röhre. Hernach lieſs er den Funken ohngefähr eine Stunde hindurch in eine kleine Röhre schlagen, worin ohngefähr $\frac{1}{15}$ eines Unzenmaases fixe Luft war, und nach dieser Zeit hatte sich zwar eine ziemliche Menge schwarzer Materie, die die Röhre ganz undurchsichtig machte, erzeugt, aber der untere Theil derselben war mit einer gelben dem Schwefel ähnlichen Substanz bedeckt. Der mit Wasser nicht mischbare Ueberrest war in Ansehung der Menge zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$ des Ganzen, und schien nicht so rein zu seyn, als die vorherigen Ueberreste. Darauf lieſs er den electrischen Funken drei Stunden hintereinander in eine kleine Menge fixer Luft gehen, und beobachtete, daſs sich Anfangs der Inbegriff derselben etwas vermehrte; dann aber ohngefähr $\frac{1}{8}$ des Ganzen abnahm; die innere Seite der Röhre sah sehr schwarz aus, das Quecksilber hatte aber nach unten zu eine sehr gelbe Farbe erhalten, und dieser so gefärbte Theil nahm ohngefähr einen Raum von einem Viertelzolle in der ganzen Rundung der Röhre ein. Die Luft lieſs, als er sie mit Wasser wusch, $\frac{1}{3}$ zurück, das davon nicht verschluckt wurde, und dieser Rest war so unrein, daſs der Gradmesser damit 1. 8 zeigte. Um den Versuch abzuändern, lieſs er den Funken noch in eine Portion fixe Luft schlagen, die er mit

Wasser, das schon mit dieser Luft geschwängert war, gesperrt hatte. Die Luftmasse nahm sehr an Menge zu, weil Luft aus dem Wasser entbunden wurde; nach Beendigung des Versuchs bemerkte er aber, daſs bei Weitem der gröſste Theil dieser Luft von einer solchen Art war, daſs er vom Kalkwasser nicht eingesogen werden konnte. Er sperrte hierauf eine Portion der Luft mit etwas gemeinem Wasser, und leitete dann den electrischen Funken in dieselbe; er fand, daſs sich die erwähnte Schwärze, so wie vorher die gelbe Farbe, unter der Oberfläche des Quecksilbers ausbreitete, und einen mehr als einen Viertelzoll betragenden Raum einnahm. In diesem Falle war auch der Ueberrest reiner, als der der angewandten Luft vor dem Versuche.

Ein anderes Mal lieſs er den Funken eine halbe Stunde hindurch in $\frac{7}{16}$ eines Unzenmaases fixe Luft schlagen, und fand, daſs diese Portion nach Beendigung dieses Versuchs bis auf $\frac{1}{16}$ vom Wasser eingesogen wurde; der Ueberrest war augenscheinlich besser, als der Rest derselben Luft vor dem Electrisiren; denn der Gradmesser zeigte mit dem einen 1. 0, mit dem andern aber 0. 85.

Er leitete darauf den Funken drei ganze Stunden hindurch in ohngefähr $\frac{3}{4}$ eines Unzenmaases feste Luft, und ward gewahr, daſs sich der Inbegriff um $\frac{1}{11}$ vermehrt hatte; diese Luft ward, als er Wasser dazu brachte, bis auf $\frac{1}{4}$ davon verschluckt, und der Ueberrest verhielt sich bei Untersuchung desselben mit dem Gradmesser eben so, als der vorhergehende; er war nemlich etwas besser, als der Rückstand derselben fixen Luft vor dem Electrisiren. (Priestley's Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturl. B. III p. 224 ff.; Desselben Vers. u. Beob. üb. verschied. Gattungen der Luft B. I p. 241; Crell's chem. Annalen 1794, B. I p. 550; *Mémoire de l'Academie à Paris* 1786 p. 430; Macquer's chem. Wörterb. B. II p. 791; Marat's physische Untersuch. über Electricität, von Weigel herausgegeben, p. 469; de la Metherie über reine Luft u. s. w. aus dem Franz. B. I p. 216.)

Van Marum und *Paets van Troostwyk* brachten in einem gläsernen Cylinder, der fünf Zoll hoch war, und anderthalb Zoll im Durchmesser hatte, fixe Luft über Quecksilber, daſs sie $2\frac{1}{4}$ Zoll hoch in dem Gläschen stand, und lieſsen nun den electrischen Strahl, vermittelst der Teylerschen Maschine, 15 Minuten durch die Luft hindurch gehen. Nach dieser Zeit hatte sie sich bis auf $2\frac{7}{16}$ Zoll ausgebreitet. In den folgenden 15 Minuten wurde der Raum, den sie einnahm, weiter nicht verändert. Sie stellten nun diese electrisirte Luft mit einer gleichen Menge auf dieselbe Art zubereiteter nicht electrisirter Luft über Wasser. Nach zwei Stunden fanden sie, daſs von der electrisirten Luft nur der fünfte Theil von dem Wasser aufgenommen war. Nach zwei Tagen war von der unelectrisirten Luft nur der zehnte Theil, hingegen von der electrisirten $\frac{3}{5}$ übrig geblieben. (Beschreibung der Teyler'schen Electri-

sirmaschine durch van Marum, aus dem Holländischen Th. I p. 27.) Denselben Versuch machten sie auch vermittelst eines Cylinders von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser, durch dessen eines verschlossenes Ende ein Eisendraht von $\frac{1}{115}$ Zoll im Durchmesser, der zum Leiter diente, ging. Die Erscheinungen kamen mit denen im vorhergehenden Versuche im Wesentlichen überein (a. a. O. Th. II p. 44; Crell's chem. Annalen 1794, B. I p. 550; *Mémoire de l'Acad. à Paris* 1786 p. 430; Scherer's allgem. Journal der Chemie B. VII p. 398; de la Metherie über reine Luft u. s. w. aus dem Französ. B. I p. 216.)

Monge machte mit *Saron* und mehrern Mitgliedern der Akademie zu Paris folgenden Versuch über die Wirkung der Electricität auf kohlensaures Gas. 1) Sie theilten dasselbe in acht Kelche von acht Linien im Durchmesser, die sie in besondern Tönnchen über Quecksilber herstürzten; inwendig in jedem Kelche, in dem Raume, den die Luft einnehmen sollte, war ein Excitator von Eisen, durch den sie den Funken in das Gas leiten konnten, und alle diese Excitatoren hatten Gemeinschaft unter sich, so dafs der Funke mit einem Schlage in alle Kelche kam. In jedem Kelche nahm das Gas ohngefähr 4 — 4$\frac{1}{2}$ Zoll ein, so, dafs die Summe des Raums, den es einnahm, einer ohngefähr 31 Zoll langen Säule gleich war. Als sie die Zahl der Schläge vervielfältigten, bemerkten sie bald, dafs die Luft im Umfange zunahm; da sie aber genöthigt waren, den Versuch, der sehr lange dauerte, und nicht mit einem Mal geendigt werden konnte, zu unterbrechen, so machte sie noch die Beobachtung, dafs die Luft nicht blos so lange man electrisirt, sondern auch mehrere Tage hindurch, nachdem man damit aufgehört hat, immer fort noch zunimmt. Nachdem sie den Versuch mehrmals abgebrochen und wieder angefangen hatten, hörten sie nicht eher damit auf, als nachdem sie sich versichert hatten, dafs der Funke keine Veränderung mehr mache. In den verschiedenen Kelchen hatte übrigens die Luft ungleich zugenommen, nach einer Mittelzahl ungefähr um $\frac{1}{14}$; denn die Summe betrug vor dem Versuche 34, nach demselben aber 35$\frac{1}{2}$ Zoll. Noch bemerkten sie bei den Versuchen, 1) dafs die Oberfläche des Quecksilbers in allen Kelchen mit schwarzem Staube bedeckt war, der sich an das Glas festsetzte, und es zunächst am Quecksilber schwarz färbte; 2) dafs das Eisen sich so verkalkte, dafs in den meisten Kelchen Eisenkalk auf das Quecksilber gefallen

1) Es war über Quecksilber durch schwache Schwefelsäure aus Marmor gezogen; und damit es ja durch einen Antheil gemeiner Luft nicht verunreinigt werden sollte, füllte man das Glas, in dem das Aufbrausen geschehen sollte, mit Säure, und die Röhre, welche die Luft über Quecksilber führen sollte, mit Wasser. Das Gas war von der Art, dafs es ganz von ätzender Lauge verschluckt wurde.

gefallen war. Nach dem Versuche wurde die Luft mit ätzendem Laugensalze in Berührung gebracht. Es verschluckte sogleich einen Theil davon; aber es blieb eine Säule von 14 Zollen zurück, auf die es nichts wirkte; so verhielt sich also der ganze Umfang der Luft nach dem Versuche, zu dem Umfange derjenigen, die sich nicht mit Laugensalz vereinigen wollte, : : 35,5 : 14. Da sie eine ähnliche Luft von einigen vorhergehenden Versuchen über Schwefelleber brachten, versicherten sie sich davon, dafs diese rückständige Luft keine Lebensluft ist. Sie vermengten nun den Rückstand mit Lebensluft, in dem Verhältnisse von 3 : 7, und brachten sie so unter die mit Quecksilber umgestürzten Kelche, die inwendig mit einem goldenen Excitator versehen waren; zugleich hatten sie unter jedem Kelche auf das Quecksilber einige Tropfen ätzender-Lauge gebracht. Vom ersten Funken geschah im ersten Kelche ein Knall, wie von einer Mischung von entzündbarer und Lebensluft, und der Umfang dieser Mischung, der vor dem Knalle 3,55 Zolle betrug, sank auf 2,2 herab. In den andern Kelchen erregte der Funken einen ähnlichen Knall; allein die Gefäfse zerbrachen davon, die elastische Flüsigkeit entwischte, und sie konnten daher nicht von ihrer Abnahme urtheilen; sie mufsten sich also blos an den ersten Kelch halten. 1) *Soron* machte den Versuch des Electrisirens des kohlensauren Gas auf Quecksilber auch mit einem Excitator von Platina, die Ausdehnung war dieselbe. (*Mem. de l'Academ. de scienc.* à Paris, an. 1786. p. 430 ff.; *Crell's* chem. Annal. J. 1794. B. I. p. 550; *Encyclop. méthod. Chim.* I. p. 750; *Scherer's* allgem. Journ. der Chem. B. VII. p. 398. u. B. X. p. 586; *Kirwans* phys. chem. Schriften, Uebersetz. durch v. Crell, B. III. p. 361; *Wolff's* Annal. der chemischen Litteratur, B. I. p. 259; *Crell's* Beiträge zu den chem. Annal. B. III. St. 2. p. 203; *Gilbert's* Annalen der Physik, B. XIII. p. 129; *Journal de Physique*, T. XXIX, Oct. 1786, p. 277).

Auch *van Marum* und *Landriani* machten gemeinschaftliche Versuche dieser Art. 2) Sie liefsen durch kohlensaures Gas, dessen Vermischung mit Wasser man so sorgfältig als möglich verhütet hatte, vermittelst der grofsen

1) Hieraus schliefsen sie, dafs der nach dem Electrisiren des kohlensauren Gas sich nicht mit dem Wasser verbindende Theil desselben entzündliche Luft ist, und dafs das kohlensaure Gas, wie man es gewöhnlich in den chemischen Laboratorien erhält, viel Wasser aufgelöfst enthält.

2) Sie gewannen ihre Luft aus recht trocknen Kohlen und gut erhitztem Quecksilberoxyd. Sie fingen den Versuch am 29ten Nov. 1788 an. Zur Verjagung aller etwanigen Flüfsigkeit in der Kohle, liefsen sie den Kohlenstaub erst roth glühen, und erhitzten vorher das zu dem Versuche bestimmte Gefäfs, so wie die gläserne Röhre zur Auffangung der Luft; auch das dazu angewandte Quecksilber wurde vorher gekocht.

Teylerschen Maschine electrische Funken schlagen. Der Luftsäure wurde während der Electrisirung eine grofse Oberfläche von Eisen dargeboten: denn ein 24'' langer Draht von Nro. 11. wurde in einen Spiralcylinder von 2'' gewunden, welcher durch einen Kork, auf dem er ruhete, auf dem Quecksilber schwamm. Die in der Röhre befindliche Säule von Luftsäure war 4'', 6½''' vor dem Electrisiren, der Durchmesser der Röhre 7 Linien. Kaum hatte der Funken durchgeschlagen, so erstaunten sie über den sichtlichen Zuwachs der Luftsäure; nach 15 Minuten Electrisirung nahm die Luft 5'' 1''' in der Röhre ein, hatte also ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zunahme erhalten. Man wusch die Luft mit kaustischer Pottasche, bis sie sich nicht mehr vermindern wollte. Die übrigen 2'' brannten auf Annäherung eines Lichts an die Röhre, und die Flamme senkte sich bis ans Ende der Röhre. 1) Sie wiederholten den Versuch mit verdoppelter Sorgfalt, um alle Feuchtigkeit zu verjagen, die sowohl an der Geräthschaft, als an den Substanzen hängen könnte, welche zur Bildung der Luftsäure dienen sollten, und erhielten dieselben Resultate (Auszug eines Briefes von *van Marum* an *Berthollet*, Harlem am 5ten Decemb. 1788. in den *Annales de Chimie*, T. II. p. 270; *Crell's* Beiträge zu den chem. Annal. B. IV. p. 354; *Hermbstädts* Bibliothek der neuesten physich chemischen, metallurgischen, technologischen und pharmaceutischen Litteratur, B. III. p. 48; *Voigts* Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. B. VII. Stück 2. p. 167; *Encyclop. méthod.* T. I. p. 570; *Grens* Annal. der Physik, B. I. p. 100; *Scherers* allgem. Journal der Chemie, B. V. p. 584 ff, und B. VII. p. 400).

Henry fand, (*Scherers* allgem. Journal der Chemie, B. V. p. 456) als er durch kohlenstoffsaures Gas den electrischen Funken zu wiederholten Malen schlagen liefs, dafs dasselbe am Umfange zunahm, und eine permanente Gasart entstand, die offenbar eine Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas war; denn liefs er durch das Gas, welches nach Absorbtion der Kohlensäure durch kaustisches Laugensalz übrig blieb, den electrischen Funken schlagen, entzündete es sich mit einem Knalle. Der Erfolg war derselbe, wenn er Kohlensäure aus Marmor electrisirte, aus dem er zuvor durch mäfsige Glühhitze das Wasser herausgetrieben hatte. Die electrischen Leiter bei seinen Versuchen waren von Platina.

Als die Gesellschaft der Holländischen Chemiker, *Deiman*, *v. Troostwyk*, *N. Bondt* und *Lauwerenburgh*, den electrischen Funken durch kohlensaures ganz reines Gas gehen liefsen, und da sie keine weitere Zunahme in der Luft verspürten, die Glasröhre, in der der Versuch angestellt war, auf Kalk-

1) Sie schliefsen daraus, dafs es vollkommen brennbare Luft gewesen sei, und dafs die Kohle aufser der Basis der Luftsäure auch brennbare Luft enthalte.

wasser brachten, so wurde das Gas nicht wie gewöhnlich aufgenommen, sondern es blieb eine ansehnliche Menge Luft zurück. Der Rückstand durch den electrischen Funken entzündet, verbrannte beinahe ganz. Sie wiederholten den Versuch auf folgende Art: Eine Glasröhre von 8 Zoll Länge und ¼ Zoll Durchmesser, welche an dem einen Ende zugeschmolzen, und mit einem Platindraht versehen war, um den electrischen Funken zu leiten, wurde mit Quecksilber gefüllt; in dieser Röhre liefsen sie das kohlensaure Gas 1) aufsteigen, so, dafs die Röhre bis auf 6 Zoll damit angefüllt war: alsdann brachten sie durch das Quecksilber einen Platindraht in die Glasröhre bis auf einen Abstand von dem obersten Drahte, der grofs genug war, um einen Funken durch die dazwischen sich befindende Luft durchgehn zu lassen. Die Funken selbst waren aus einer stark geladenen Flasche, von einem Quadratfufs bekleideten Glases. 2) Schon im Anfange des Electrisirens bemerkten sie eine Vermehrung der Luft, welche stets zunahm, bis sie 150 bis 200 Funken hatten durchgehen lassen. Sie liefsen darauf noch 100 Funken durchgehn, bemerkten aber im Umfange der Luft keine Zunahme mehr. Die Luft war ½ Zoll vermehrt, so, dafs die ganze Colonne jetzt 6½ Zoll hatte. Jetzt brachten sie die Röhre in Kalkwasser; das Gas wurde sogleich aufgenommen, aber nicht ganz, sondern es blieb ein Rückstand von 1½ bis 1¾ Zoll, der vom Kalkwasser nicht verschluckt wurde, so bald aber der electrische Funke hindurch ging, sich entzündete, und bis auf einen sehr geringen Ueberschufs verbrannte. Sie füllten die Röhre von Neuem mit demselben Gas, und erhielten, nachdem sie 300 Funken hatten hindurch gehen lassen, den nemlichen Ueberrest. In letztern liefsen sie allmählig und in sehr geringer Menge Salpeterluft aufsteigen; der Umfang wurde sichtbar vermindert, und es zeigten sich rothe Dämpfe. Sie hielten so lange mit dem Zusatze von kleinen Bläschen Salpeterluft an, bis sich keine rothen Dämpfe mehr zeigten, und liefsen alsdann durch den Ueberrest den electrischen Funken gehn, allein es erfolgte keine Entzündung; wurde wieder etwas Sauerstoffgas hinzugesetzt, so entzündete sich die Mischung durch den Funken sogleich. Sie wiederholten den Versuch abermals, mit dem Unterschiede, dafs sie die Röhre an Statt in Kalkwasser, in mit Wasser verdünntes Ammoniak brachten; nachdem alles saure Gas aufgenommen worden, zeigten sich nach der Beimischung von Sal-

1) Aus weifsem Marmor vermittelst verdünnter Schwefelsäure entwickelt.

2) *Der ganze Apparat war so, wie er in ihren Versuchen über die Zersetzung des Wassers durch electrische Funken beschrieben ist, nur dafs in diesen Versuchen die Luft durch Quecksilber ausgeschlossen war.* (*S. Electricität und Wasser.*)

petergas weifse Dämpfe. 1) Auf dieselbe Weise liefsen sie 6 bis 700 Funken durch dieselbe Menge Gas gehen, ohne dafs dasselbe dadurch mehr als vorher vermehrt wurde, (*Crell's* chem. Annal. 1796. B. II. p. 292 ff.; *Grens* neues Journal der Physik, B. III. p. 473).

Graf *Charles* liefs electrische Funken vermittelst eines Eisendrahts ins kohlensaure Gas gehen; ersterer wurde verkalkt, und letzteres zum Theil absorbirt, (*Journal de physique*, T. XXX. (1787 Juin) p. 433; *Hermbstädt's* phys. chem. Bibliothek, B. I. p. 208; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 399).

Theodore de Saussure liefs 18 Stunden hindurch electrische Funken durch die Kugel eines Kolbens schlagen, in dem 13 Cubikzoll reines kohlensaures Gas, das nicht mehr Wasser, als in seinem natürlichen Zustande enthielt, gesperrt waren, welches im Kolben bis in die Hälfte des Halses hinauf stand. Das Quecksilber fand sich darauf schwarz oxydirt; die Leitungsdrähte aber, die aus Kupfer bestanden, waren nicht merklich verändert. Das Gas hatte sich zwar etwas ausgedehnt, doch nach seiner Schätzung um nicht mehr als um $\frac{1}{18}$ Cubikzoll. Er liefs nun das rückständige kohlensaure Gas vom Kali absorbiren, und dabei zeigte sich, dafs ein Cubikzoll kohlensaures Gas verschwunden, und durch eine gleiche oder sehr wenig gröfsere Menge brennbares Gas ersetzt war. Dieser Cubikzoll Gas nahm im Halse des Kolbens eine Länge von 4 Zoll ein. Ferner fand er, dafs dies brennbare Gas kein Hydrogengas, sondern vollkommen reines Kohlenoxydgas war. Er verbrannte davon einen Theil mit etwa $\frac{1}{2}$ beigemischtem Sauerstoffgas, worauf 0,77 kohlensaures Gas, aber kein sichtbares Wasser zurück blieb. (Gilberts Annal. B. XIII. p. 131 ff; Thomson's System der Chemie, übersetzt v. Wolff, B. II. p. 46).

Dafs die Luftsäure durch Electrisiren in verdorbene, phlogistische Luft verwandelt werde, behaupten *Priestley* (*Encyclop. méthodique Chim.* T. III. p. 466); *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. B. I. p. 237) *Kirwan* (Crell's Beiträge zu den chem. Annal. B. I. p. 110, B. II. p. 311).

Oxydirtes Kohlenstoffgas und Electricität.

Nach *Clement* und *Desormes* bringt die Electricität gar keine Veränderung im oxydirten Kohlenstoffgas hervor, (Scherer's allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 387).

1) Sie schliefsen demnach aus diesen Versuchen, dafs das mit dem kohlensauren Gas immer vereinte Wasser bei dem Electrisiren des erstern in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zersetzt sei, und empfehlen diese Art der Wasserzersetzung als eine leichte Methode, viel Wasser auf einmal zu zerlegen.

Oxydirtes Kohlenstoffgas, Sauerstoffgas und Electricität.

Cruikshank fand, dafs, wenn man vier Maafse des ausgewaschenen, und durch Kalkwasser von allen kohlenstoffsauren Gas befreieten oxydirten Kohlenstoffgas mit 2 Maafsen Sauerstoffgas mischt, und durch das Gemisch electrische Funken durchschlagen läfst, das Volumen bis zu 3⅐ vermindert wird, und dafs von diesem mit Kalkwasser gehörig ausgewaschenem Rückstande nur noch ohngefähr ¼ Maas zurück bleibt, welches sich bei der Behandlung als reines Sauerstoffgas zeigt. Daraus folgt nach ihm, dafs 8 Maafse dieses Gas 3¾ Maafse reines Sauerstoffgas zu ihrer Sätigung erfordern, und durch das Verbrennen 6 Unzenmaafse kohlenstoffsaures Gas, mit einer geringen Quantität Wasser begleitet geben. (Scherer's Journ. B. VII. p. 376 ff; Gilbert's Annalen der Physik, B. IX. p. 106; Crell's Annal. 1802. B. I. p. 233).

Als *Clement* und *Desormes* das mit Sauerstoffgas vermengte oxydirte Kohlenstoffgas electrisirten, bemerkten sie eine Verpuffung, eine blaue Flamme verbreitete sich in dem ganzen Gefäfse, im Rückstande fanden sie eine sehr grofse Menge kohlensaures Gas. Bei der öftern Wiederholung dieses Versuchs bemerkten sie aber, dafs die Quantität des Sauerstoffgas, welches man zu dem Gemenge anwendet, und die gröfsere oder geringere Stärke des electrischen Funken einen sehr grofsen Einflufs auf die Verbrennung des Gas hatten; so, dafs bei einer Vermengung mit einer geringen Quantität Sauerstoffgas z. B. mit mit 0,25, die Flamme das zu der Verbrennung gebrauchte Voltaische Eudiometer nur langsam durchlief, und der Rückstand nach dem Auswaschen die meiste Zeit noch der Detonation, sowohl vermittelst des electrischen Funken, als auch durch Annäherung eines brennenden Körpers, fähig war. Nimmt man aber gleiche Theile, so ist die Verbrennung vollkommen, und man findet im Rückstande nichts als reines Sauerstoffgas. Wenn man das Gefäfs aber gerade nur mit so viel Sauerstoffgas anfüllt, als zur Verbrennung erforderlich ist, so ist diese doch immer nur partiell, und es bleibt ein Gemenge von gasförmigem Kohlenstoffoxyd und Sauerstoffgas zurück. Um sie vollkommen zu beendigen, mufs man von der letztern Gasart noch eine neue Quantität hinzusetzen.

Folgende *Resultate* erhielten *Clement* und *Desormes* durch das Verbrennen von beinahe gleichen Theilen des oxydirten Kohlenstoffgas mit Sauerstoffgas.

Verbrennung des Kohlenstoffoxyds, welches bei der Reduktion des Zinkoxyds durch Kohle erhalten wurde.

Gas.		Menge des Sauerstoffgas.			Menge der gebildeten Kohlensäure.
100	—	32	—	—	77
100	—	34	—	—	80
100	—	34	—	—	85
100	—	34	—	—	88
100	—	35	—	—	85
100	—	37	—	—	77
100	—	38	—	—	78
100	—	38	—	—	82
100	—	39	—	—	79 1)

Die Resultate weichen also wie man sieht, sehr von einander ab; man muſs aber bemerken, daſs diese Versuche mit brennbarem Gas angestellt wurden, welches bei ganz verschiedenen Operationen erhalten wurde, wo die Temperatur und die Eigenschaften der Kohlen selbst variirten 2) (*Scherer's* allg. Journ. B. VII. p. 337 und ff. aus den *Annales de Chim.* T. XXXIX, Nro. 115. (Mess. 9.) p. 26 ff. auch in *Grell's* Annal. 1801. B. II. p. 415. ff. 1801 B. II. p. 480; *Wolff's* Annal. der chemischen Litteratur, B. I. p. 375).

Dieselben bemerken, (bei *Scherer* a. a. O. p. 360) daſs, wenn man viel Sauerstoffgas zu wenig oxydirtem Kohlenstoffgas mengt, und einen starken Funken durch das Gemenge schlagen läſst, die Flamme etwas ins Röthliche spiele, und alles Gas verbrenne.

Kohle, Sauerstoffgas und Galvanismus.

Nach *Tihavsky's*, *Leyteny's* und *Hellwig's* Versuchen entzünden sich im Sauerstoffgas die an den beiden Drähten der Voltaischen Säule angebrachten und sich berührenden Kohlen. (*Trommsdorff's* systematisches Handbuch der gesammten Chemie, B. V. p. 162; *Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 623).

1) *Sie folgern aus diesen Versuchen das Mittelresultat, daſs* 100 *Maas brennbares Gas* 38 *Maas Sauerstoffgas absorbire, und* 81 *Maas Kohlensäure bilde.*

2) Sie stützen auf diese und andere Versuche ihre Bestimmung, daſs 100 Theile des oxydirten Kohlenstoffgas *56,0* Sauerstoffgas und *44,0* Kohlenstoff bestehe.

Kohlensäure und Galvanismus.

Nach *Hisinger* und *Berzelius* läfst sich die Kohlensäure durch die Galvanische Säule nicht zersetzen (Neues allg. Journ. der Chem. B. I. p. 142). 1)

Kohlensäure und Magnetismus.

Murag bemerkt, (*Crell's* neueste Entdeckungen in der Chemie, B. III. p. 125) dafs die mephitische Luft nach einigen Stunden die magnetische Kraft dämpfe.

Diamant und Sauerstoffgas.

Der Diamant leidet in der Kälte keine Art von Veränderungen im Sauerstoffgas (*Fourcroy* in der *Encyclop. méthod.* T. IV. P. I. p. 153).

Diamant, Feuer und Sauerstoffgas.

Geijer setzte vor dem Löthrohre nach langsamer Erwärmung der stärksten Flamme der mit Lebensluft unterhaltenen Emaillirlampe kleine, als Tafel und Rosensteine geschliffene, Diamante von $\frac{1}{4}$ Karat Gewicht, aus. Sie verloren bald ihren Glanz und geschliffene Fafseten, wurden immer kleiner, und waren nach 2 bis 3 Minuten Anblasung so klein, dafs der Luftstrom dieselben von der Kohle werfen wollte. Auf einem Stück von einer Kapelle schien die Verminderung noch schneller zu geschehn; ob hiebei den Diamanten ein phosphorischer Schein umgab, liefs sich eben so wenig als im Brennpunkte wegen des starken Lichts entscheiden (*Crell's* chem. Annal. J. 1785. B. I. p. 39; *Macquer's* chem. Wörterb.; Ausgabe von *Leonhardi*, B. II. p. 47; *Ehrmann's* Schmelzkunst, p. 222).

Ehrmann sah einen braunen Dickstein von $\frac{1}{12}$ Karat nach $\frac{1}{5}$ Minuten weifser und matter werden. Nach Verlauf eines gleichen Zeitraums war er auf einer Ecke geschmolzen, schon kleiner, und hatte das Ansehn eines milchigen Quarzes, in der Mitte aber war er noch durchsichtig; endlich wurde er nach

1) *Giobert bemerkt in einem Briefe an van Mons (Neues allgem. Journ. der Chem. B. III, Heft 2. p. 219; Journal de Chim. et de Phys. p. van Mons Nro. 15. Frim. 12. T. 5. p. 358) er glaube, dafs das Fluidum der Galvanischen Säule die Kohlensäure zersetze, in einigen Versuchen habe er das Gas völlig verschwinden sehen; das Gas verpuffe; er könne aber noch nicht entscheiden, ob dieses von gebildetem oxydirten Kohlengas herrühre.*

abermaligem Verlauf von ½ Minute ganz verflüchtigt. Der Kohlentiegel und dessen Raum beschlugen braun. Den phosphorischen Schein, mit dem er zuletzt, wenn er in anderm Feuer behandelt wird, umgeben sein soll, nahm er nicht wahr; der Diamant selbst aber glänzte wie phosphorescirender Spat: auch waren hie und da in der Kohle dergleichen glänzende Pünktchen, wie, wenn Diamantpulver auf glühende Kohlen geworfen wird, welches einen ähnlichen Schein verbreitet. Auf dem obern Theile des Kohlentiegels sah man kleine Diamantkügelchen hängen (*Ehrmann's* Schmelzkunst, p. 221; *Macquers* chem. Wörterb. B. VI. p. 390).

Lavoisier stellte folgenden Versuch in Gesellschaft der Hrn. *Macquer*, *Cadet* und *Brisson* an. Er brachte Diamante unter einer mit Lebensluft gefüllten, und durch Wasser oder Quecksilber gesperrten Glasglocke auf Unterlagen von unverglaseten harten Porcellan, und setzte sie der Hitze des Brennpunktes des grofsen Trudainischen Brennglases aus. Bei einer sehr schnellen Erhitzung zersplitterten die Diamante, nicht aber bei einer langsamen und stufenweis erhöheten. Ob sich hier gleich keine Anzeige von einer Schmelzbarkeit fand, so bemerkte man doch deutlich ein kleines Aufwallen auf der Oberfläche; die Luft unter der Glocke wurde vermindert, ihrer Lebensluft beraubt, und trübte nun Kalkwasser (*Fischer's* phys. Wörterb. B. I. p. 679).

Im Jahre 1791 verbrannte auch der Graf *von Sternberg* in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Prag einen Diamant im Sauerstoffgas völlig. (*Grens* Journal der Physik, B. IV. p. 410; *Fischers* phys. Wörterb. B. I. p. 679; *Gehler's* phys. Wörterb. B. V. p. 228).

Ueber die Art den Versuch anzustellen schreibt der Ritter *Landriani* an *Madame Lavoisier* (*Annales de Chimie*, Tom. XI. 1791; *Grens* Journal der Physik, B. VII. p. 428; *Fischer's* phys. Wörterb. B. I. p. 679; *Gehler's* phys. Wörterb. B. V. p. 228; *Crell's* chem. Annal. Jahrg. 1795. B. I. p. 435; *Scherer's* allgem. Journ. der Chemie, B. III. p. 684; *Encyclop. méthodique Chimie*, T. IV. p. 153; *Trommsdorff's* Journ. der Pharmacie, B. III. p. 334.) unterm 14ten Septemb. 1791: „Man verbrennt den Diamant ganz so wie ein Messingdraht, indem man an seine Spitze ein kleines Ende eines Eisendrahts befestigt, das man rothglühend macht, und in eine mit dephlogistisirter Luft gefüllte Flasche taucht. Das Verbrennen des Eisens theilt sich dem Diamanten mit, der in dieser Luft mit dem gröſtsen Glanze verbrennt. Es giebt Diamante, die man durch dieses Mittel nicht zum Brennen bringen kann. Die Brasilianischen sind von dieser Art."

Diese Nachricht ist indessen von der sehr verschieden, die der Graf davon in einem Briefe an den Bergrath von *Crell* (Crell's chem Annal. 1795. B. II. p. 576) selbst giebt, und die wörtlich folgende ist: „Der Apparat war sehr einfach,

einfach, und bestand blofs in einigen gläsernen Kolben, worin die Lebensluft mittelst des Wassers gesperrt war; jene Kolben hatten noch einen geschliffenen runden Glasdeckel, damit bei der Umwendung derselben die Lebensluft nicht sogleich mit der atmosphärischen in Berührung kommen konnte. Als ich zum Versuche schritt, nahm der dabei anwesende Kaiser *Leopold* einen Diamant der ¼ Karat wog, legte denselben in ein kleines porcellanenes Schüsselchen, welches an eine Glasröhre angeschmolzen war, auf ein darin befindliches kleines Stückchen Phosphor: und jenes Schüsselchen wurde in eines der mit Lebensluft gefüllten gläsernen Kolben eingetaucht. Nach kurzer Zeit entzündete sich der Phosphor, und darauf der Diamant. Das Glas wurde jetzt verschlossen, und er brannte unter einer Dunstatmosphäre fort, welche sich über seiner Oberfläche bildete. Zuweilen fuhren kleine Blitzstrahlen von ihm aus, die ich anfangs für kleine Splittern hielt: allein bei genauer Nachforschung, nach Beendigung des Versuches fand ich nichts ähnliches. Der Diamant zersetzte sich gänzlich im Verlaufe einiger Minuten; der Dunstkreis verlor sich allmählig, und bei der Eröffnung des Glases drang die äufsere Luft mit Geräusch in den Kolben." Als derselbe einmal einen Rückstand von ¼ Karat nach einem nicht ganz beendigten Verbrennungsversuche untersuchte, fand er die Form etwas geändert: die Kanten waren abgestumpft; auf einer Seite war der Diamant uneben und rauh, hatte aber seine Härte nicht verlohren; als er wieder zugeschliffen wurde, war sein Glanz eben derselbe, als zuvor.

Hofrath *Mayer* zerstörte im Jahre 1782 den Diamant unter einer Glocke mit Lebensluft durch die Brenngläserhitze, ohne eine sichtbare Flamme, und es glückte ihm auch einen kleinen einen Gran schweren Diamant an einer Stahlfeder in Lebensluft zu zerstören. (Sammlung phys. Aufsätze von Doct. *Johann Mayer*, B. III, Dresden 1793; Sammlung praktisch chemischer Abhandl. u. s. w. von *W. A. Lampadius*, B. II. p. 9).

Durch die Güte eines gewissen Generallieutenants *von Komarzewsky* aus Polen, wurde auch *Lampadius* in Stand gesetzt, mehrere Versuche über die Verbrennung des Diamants in Lebensluft anzustellen (Samml. practisch chemischer Abhandl. B. II. p. 11; *Gren's* neues Journal der Physik, B. III. p. 88; *Voigt's* Magaz. für den neuesten Zustand der Naturk. B. I. St. 3. p. 111; *Crell's* chem. Annal. B. I. p. 105. v. J. 1796.)

Erster Versuch. Ein roher Diamant, der am Gewichte 3 Karat, 6,18 Gran hatte, wurde dem Lebensluftstrome auf einer glühenden harten Kohle ausgesetzt, wodurch derselbe in 5 Minuten gänzlich zerstört wurde, ohne die geringste Spur einer Erde oder eines andern festen Körpers zurück zu lassen. Nachdem der Diamant im Anfange der Operation nach und nach unter einer kaum merklichen Aufschwellung, wobei aber kein Aufbrausen bemerkt wurde,

zu der Weifsglühehitze gelangt war, so fing er an sehr deutlich am Umfange abzunehmen, während der Zeit sich immer leuchtende Dämpfe über denselben erhoben, und verbrannte nach 5 Minuten gänzlich. Dafs hier nicht etwa blofse Verflüchtigung, sondern wirkliche Verbrennung (*oxydation*) Statt fand, beweisen die Erscheinungen, dafs der Diamant, sobald er einmal die Weifsglühehitze erreicht hatte, selbst fortbrannte, indem er weifser, als die Kohle glühete, eine merkliche Flamme zeigte, und durch den Strom der Lebensluft nicht kalt, sondern heifs geblasen wurde. Derselbe Versuch wurde alsdann einige Tage darauf mit einem geschliffenen weifsen Diamante von 5 Karat, 297 Grän wiederholt, wobei völlig die nemlichen Erscheinungen beobachtet wurden, die sich auch bei einer dritten Wiederholung zeigten, bei der der Professor *Lempe* gegenwärtig war, welcher, so wie auch *Lampadius*, noch einen Geruch gleich dem verbrannten schweren Wasserstoffgas wahrnahm; doch bemerkt *Lampadius*, dafs es möglich sei, dafs Sie ihre Geruchsorgane hintergangen hätten.

Zweiter Versuch. Ein roher Diamant von 2 Karat 11 Grän Gewicht, wurde auf eben die Weise, doch mit folgender Abänderung behandelt. *Lampadius* richtete seinen Apparat zur Entwickelung der Lebensluft und Schmelzung mit derselben doppelt vor. Durch Hülfe des einen erhitzte er einen ganz kleinen Test von feuerfestem weifsen Thon, indem er ihn ganz mit kleinen Kohlen bedeckte, und die Lebensluft darauf ströhmen liefs, während der Zeit er durch Hülfe des andern den Diamant auf der Kohle zuerst zum Brennen brachte. Sobald sich nun das oben beschriebene Phänomen des hellern Glühens zeigte, ward derselbe schnell mit einem kleinen weifsglühenden Löffelchen von Platina (wie es vor dem Löthrohre gebraucht wird) auf den weifsglühenden Test gebracht, und ein Strom der Lebensluft auf den brennenden Diamant, der andere aber auf die Kohlen, die den Test umgaben, geleitet. Im Anfange schien es einen Augenblick als wolle der Diamant verlöschen, jedoch geschah es nicht, sondern nach 4 Minuten war keine Spur mehr von demselben vorhanden. Bei diesem Versuche ist aber die gröfste Geschwindigkeit nöthig, und man kann denselben schwerlich ohne zwei Mitarbeiter unternehmen. Im Augenblicke der Verwechselung nimmt einer das eine Rohr, führt es auf den Test, der andere aber leitet den zweiten Strom auf die den Test umgebenden Kohlen, und der dritte trägt den Diamant über; wozu noch erfordert wird, dafs beide Orte, wo die Ströme der Lebensluft ihre Wirkung äufsern, so nahe wie möglich beisammen sind. Das erste Mal, als der Versuch mit einem kleinen Diamante mifslang, bemerkte man, dafs derselbe ein opalisirendes Ansehn annahm, und schon merklich angegriffen war, nachdem er eine Minute 30 Sekunden auf der Kohle geglühet hatte.

Dritter Versuch. Ein roher Diamant von 3 Karat wurde an dem Ende eines Eisendrahts, welcher mit etwas Thon überstrichen war, befestigt, und vor dem Apparate mit Lebensluft auf der Kohle entzündet, wobei noch zu bemerken ist, dafs der Draht an dem innern Theile eines Stöpsels befestigt war, mithin die Flasche, in welche der Diamant sollte gehalten werden, verschliefsen konnte. Diese war mit reiner Lebensluft 1) gefüllt, und enthielt 47 Cubikzoll derselben. Während der Entzündung des Diamants auf der Kohle war sie mit einem andern Stöpsel verschlossen, wurde aber schnell geöffnet, indem der brennende Diamant hinein gebracht wurde, welcher in derselben noch über 2 Minuten fortbrannte, mithin sich auch so lange glühend erhielt, da er in der atmosphärischen Luft unter gleichen Umständen nach einigen Sekunden verlosch. Jedoch verbrannte er nicht ganz, sondern sein Glühen wurde nach und nach schwächer, bis er endlich ganz verlosch. Während dieses Glühens konnte man nur einen Schein über dem Diamant, gleich einem kleinen Flämmchen von entzündbarer Luft bemerken. Als die Flasche in reiner atmosphärischer Luft geöffnet wurde, drang diese schnell hinein, und von dem Kalkwasser wurde ein beträchtlicher Theil des Gas absorbirt, wobei es sehr stark getrübt wurde. Um zu sehen, ob jener Niederschlag im Kalkwasser von Flufsspatsäure komme, wurde die Flüfsigkeit, die er von mehreren Versuchen gesammelt hatte, gelinde im Sandbade abgedampft, und der Rückstand von 31 Gran in einer kleinen Retorte mit eben so viel Vitriolsäure übergegossen, wobei aber nicht der geringste Geruch von Flufsspatsäure, noch ein Anfressen des Glases der Vorlage während der Destillation, sondern anfänglich nur ein Aufbrausen zu bemerken war, welches am Ende nachliefs, woraus folgt, dafs obiger Niederschlag durch Luftsäure, nicht durch Flufsspatsäure bewirkt worden war.

Auch *de la Metherie* verbrannte einen Diamant vermittelst der Lebensluft völlig (über reine Luft, B. I. p. 124).

Jetzt zu *Guyton's* vortrefflichen Versuchen über diesen Gegenstand. 2) Der erste Versuch wurde am 9ten Fructidor des Jahrs 5 angestellt. Auf das Gesimse der pneumatischen Quecksilberwanne wurde eine weifse Glasglocke 18,3 Centimeter im Durchmesser, und 5580 Cubikcentimeter im Inhalt gestellt. Ganz in der Nähe der Wanne wurde auf der einen Seite derselben eine Luftpumpe angebracht, um die gemeine Luft aus der Glocke zu ziehen, wozu eine gekrümmte

1) Aus rothem Quecksilberoxyd.

2) *Er hatte dabei zu Mitarbeitern die Bürger Clouet und Hachette; das Tagebuch über die Versuche wurde vom Bürger Desormes aufs Genaueste geführt. Die wichtigsten Versuche wurden zu verschiedenen Malen in Gegenwart mehrerer Gelehrten angestellt.*

Röhre diente, die sich bis unter den Knopf der Glocke erhob. Auf der andern Seite befand sich eine pneumatische Wasserwanne, mit einem grofsen Recipienten, an dessen Oeffnung sich ein Hahn befand, welcher mit dem Innern der Glocke ebenfalls durch eine gekrümmte Glasröhre communicirte, die sich auf gleiche Weise bis in den hohlen Knopf der Glocke erhob. Auf dem einen der Ränder der Quecksilberwanne war eine bewegliche Vorrichtung angebracht, die eine Art von Docke trug, welche dazu bestimmt war einen Cylinder von hartem Holze aufzunehmen, der nach jeder Richtung beweglich war, und sich mit einem eisernen Schaft endigte, der einer sehr kleinen porcellanenen Schmelzschaale von Valogne zum Träger diente, wodurch diese Schmelzschaale an alle Stellen des Innern der Glocke gebracht werden konnte, um den Diamant dem Brennpunkte der Sonnenstrahlen auszusetzen. Dieser Apparat ist Taf. XI. Fig. 2. abgebildet.

Nachdem alles dieses in Ordnung gebracht war, brachte man in den Schmelztiegel einen unvollkommenen octaëdrischen Diamant, dessen Ränder etwas abgerundet waren, von einem trüben Wasser und ins Gelblichgraue sich ziehender Farbe, der am Gewicht genau 142 Milligramen betrug. Die Schmelzschaale, deren Ränder umgebogen waren, wurden darauf mit einem Deckel verschlossen, der durch einen Faden befestigt wurde, welcher um den untern Theil des Trägers herumging. Man pumpte jetzt die Luft aus der Glocke so weit heraus, bis das Quecksilber in derselben kaum noch einen Millimeter von der Oeffnung der Communicationsröhren abstand; dann öffnete man den Hahn des Recipienten in der Hydropneumatischen Wanne, welchen man vorher mit Sauerstoffgas gefüllt hatte, welches aus oxydirt salzsaurem Kali bereitet worden; den ersten Antheil des Gas, der unter die Glocke trat, nahm man durch die Luftpumpe von Neuem hinweg, um auf diese Art die Glocke so viel als möglich von aller gemeinen Luft zu reinigen, die vorhin noch darin zurückgeblieben war. Hierauf wurde sie endlich mit diesem Gas bis auf 69 Millimeter von ihrem innern, und 51 Millimeter von ihrem äufsern Rande gefüllt. Man sieht leicht ein, dafs etwas gemeine Luft in der Schmelzschaale, in der sich der Diamant befand, und die während jener Operation mit einem Deckel verschlossen gewesen war, zurückgeblieben sein mufste; da ihr Inhalt aber nicht ganz 3 Centimeter betrug, so hielt man diesen widrigen Umstand unter allen denen, die man zu erwarten hatte, für den geringsten. Nachdem man den Deckel von der Schale, die den Diamant enthielt, abgenommen hatte, richtete man um 1 Uhr 10 Minuten den Brennpunkt der grofsen Linse des Kabinets der polytechnischen Schule auf ihn, deren Diameter 40,59 Centimeter und deren Brennweite 135,3 Centimeter beträgt. Da man überzeugt war, dafs es sehr nothwendig sei die Glocke gradweise zu erhitzen, um ihr Zerspringen zu verhüten, so brachte man anfangs grün und blau gefärbte Gläser zwischen sie und die Linse; diese Gläser aber zerspran-

gen sehr bald, und man gelangte zu seinem Zwecke nur dadurch, dafs man den Theil der Glocke, auf den der Strahlenkegel fiel, einige Augenblicke mit Papier bedeckte. Als das Papier weggenommen war, fiel das Quecksilber im Innern der Glocke plötzlich um 19 Millimeter; der Diamant, der dem Brennpunkte 20 Minuten hindurch ausgesetzt war, entzündete sich nicht; zuerst hatte seine Oberfläche ein mehlichtes Ansehn, darauf ein merklich schwarzes, wenn man ihn, indem der Brennpunkt auf ihn fiel, mit gefärbten Gläsern betrachtete. Als man hierauf den Strahlenkegel durch einen undurchsichtigen Körper unterbrach, um den Zustand des Diamants genauer zu untersuchen, so bemerkte man an demselben keine weitere Veränderung, als dafs er ein gelbliches Ansehn angenommen hatte, welches dem des klaren Bernsteins vollkommen glich. Die Atmosphäre fing an sich mit Dünsten zu beladen, man mufste also den Versuch abbrechen, um ihn zu einer günstigern Zeit weiter fortzusetzen. Diese fand sich am folgenden Tage, dem 10ten Fructidor; sie kündigte sich durch Steigen der Thermometer an, deren eines in freier Luft der Sonne ausgesetzt, bis auf 40°, und das andere das ebenfalls der Sonne, aber um die innere Temperatur mit der äufsern zu vergleichen, unter einer Glasglocke ausgesetzt war, bis auf 44 Grad stieg. Der Brennpunkt wurde auf den Diamant gerichtet; um 11 Uhr 42 Minuten unterbrach man den Lichtkegel und sah deutlich, dafs der Diamant roth, durchsichtig und von einem schwachen leuchtenden Schein umgeben war; nach dem Erkalten schienen seine Ränder abgestumpft; man bemerkte einen schwarzen Punkt daran, er war aber wieder weifs geworden und hatte die gelbe Farbe verlohren, die er den Tag zuvor erhalten hatte. Der Versuch konnte erst den 15ten weiter fortgesetzt werden: man beobachtete zuerst die Höhe der innern Quecksilbersäule, um daraus nach der Temperatur und dem Drucke das Volumen der unter der Glocke zurückgebliebenen gasförmigen Flüssigkeit zu berechnen, und man fand, dafs sie um ohngefähr 173 Cubikcentimeter vermindert war. Die Sonne schien vortrefflich, die Luft aber war in starker Bewegung, dafs während das Thermometer unter der Glocke auf 44,5 Grad stand, das der Sonne in freier Luft ausgesetzte nicht höher als bis zu 32° stieg. Es kam indessen ein Augenblick, wo der Strahlenkegel ein leichtes Schimmern an der Oberfläche des Diamants bewirkte: brachte man in diesem Augenblicke einen durchsichtigen Körper dazwischen so erschien er roth, aber dunkler, als den 10ten. Nach dem Erkalten war er wieder so weifs wie zuvor. Man brachte nun in dieselbe porcellanene Schaale, ohne sonst etwas an dem Apparate in Unordnung zu bringen, noch einen kleinen geschliffenen Diamant, der acht Milligrammen wog; es schien nicht als ob hiedurch die Verbrennung im Geringsten vermehrt werde; und weit entfernt dafs die Hitze diesen kleinen Diamant schneller ergriffen hätte, zeigte er vielmehr, nachdem er zwei Tage nach

einander der Wirkung des Sonnenfeuers ausgesetzt gewesen, welche den ihm zur Seite befindlichen grofsen Diamant zum Dunkelrothglühn bringen konnte, keine Spur einer Entzündung, und kann wieder aus dem Apparate, ohne die geringste Veränderung weder in der Politur seiner Oberfläche, noch in der Schärfe seiner Ränder erlitten zu haben.

Am 23sten Fructidor nahm man die Diamanten aus der Schaale, um den sorgfältig zu untersuchen, der deutliche Zeichen einer anfangenden Verbrennung gegeben hatte; er wog nur noch 88 Milligrammen, hatte also 54 Milligrammen, oder ohngefähr 0,38 seines Gewichts verloren; seine vorige octaëdrische Figur hatte er noch beibehalten, die Winkel aber waren abgestumpft, und die Ränder abgeründet; seine Oberfläche war matt, und voll kleiner Unebenheiten, welche, unter der Loupe betrachtet, Höhlungen, hervorspringende Punkte und bisweilen Einschnitte (*tranches*) von parallelen Blättchen zeigten. In mehreren Höhlungen nahm man sehr deutlich eine Art von Rifs (*piqûre*) wahr, der sich in's Graue zog; mehr Aufmerksamkeit schien indefs eine etwas breitere Vertiefung, die sich ganz nahe an dem Ende der einen quadrangulairen Pyramide befand, zu verdienen, und die den Ort zu bezeichnen schien wo der Brennpunkt der Sonnenstrahlen gegen das Ende des Versuchs seine stärkste Wirkung geäufsert hatte, und wo man einen schwärzlichen Streifen bemerkte, der keineswegs so scharf begrenzt war, wie ein durch einen fremden Körper gemachter Zug, sondern im Gegentheile geschmolzen, und das innere der Masse mit abnehmender Intensität seiner Farbe eingedrungen war. Nun unterwarf er einen andern Diamant, der ein ziemlich reguläres Octaëder von einem schönern Wasser als der vorhergehende war, und 200,1 Milligramm (3,77 Gran) wog, demselben Versuche. Da nicht zu erwarten war, dafs bei der spätern Jahrszeit ein hinlänglich starker Brennpunkt mit den vorher angewandten Linsen hervorgebracht werden könne, so nahm man jetzt das grofse Tschirnhausensche Brennglas zur Hand. Diese Linse hat 86,6 Centimeter (32 Zoll) im Durchmesser, und 211,076 Centimeter (73 Zoll) Brennweite. Man vermehrte ihre Kraft noch dadurch, dafs man den Strahlenkegel von Neuem mit der kleinen Linse des Kabinets der polytechnischen Schule auffafste, welche 37,89 Centimeter im Durchmesser und 56,83 Brennweite hatte, und die unter diesen Umständen sich um 5,41 Centimeter verkürzt befand. Bei dem ersten Versuche war kaum eine Spur einer anfangenden Verbrennung zu bemerken; als am folgenden Tage der Lichtkegel auf einen der Theile der Glocke fiel, wo das Glas dicker als an dem übrigen war, so zersprang sie; es war nicht mehr möglich die Umfänge des Gas vor und nach dem Versuche mit einander zu vergleichen, die entstandenen Producte zu untersuchen und zu messen. Man begnügte sich blos damit, Kalkwasser in das Innere der Glocke treten zu lassen, ehe durch den entstandenen Rifs eine merk-

liche Quantität gemeine Luft hatte eindringen können, und man sah, daſs es merklich getrübt wurde. Der Diamant, der sich unter dieser Glocke befunden hatte, war auf seiner Oberfläche durchaus ohne Veränderung, indessen hatte er bereits 2 Decimilligrammen von seinem Gewichte verloren, wie man vermittelst der nemlichen Probierwage erfuhr, auf der man ihn vorher gewogen hatte, und welche Brüche von Milligrammen sehr deutlich angab. Der Versuch wurde nun bis zum folgenden Sommer aufgeschoben und im Fructidor des Jahrs VI erst wiederholt. Nachdem man alle Mittel untersucht hatte dieses Mal dem Zerbrechen der Gefäſse durch eine ungleiche Ausdehnung derselben vorzubeugen, hielt man es für das Sicherste statt einer Glasglocke eine Glaskugel von mittelmäſsiger Dicke anzuwenden, die groſs genug war, um die Oberfläche derselben weit genug von der Spitze des Strahlenkegels entfernt halten zu können. Die Kugel, die nach aller Meinung diese Bedingungen am Besten erfüllte, hatte 28.63 Centimeter im Durchmesser. Ihr Inhalt betrug 123.25 Deciliter, oder 12335 Cubikcentimeter, worunter der Theil des Halses mit begriffen ist, den man daran zu lassen für gut fand, und der 159 Millimeter betrug. Um das Steigen und Fallen des Quecksilbers im Innern der Kugel leichter beobachten zu können, um daraus auf die Volumina des Gas zu schlieſsen, leimte man auswendig Papierstreifen an dieselbe, auf welche man angestellten Messungen zu Folge, Scalen zeichnete, welche die Deciliter oder Hunderte von Cubikcentimetern angeben. Da es nicht möglich war, ein so zerbrechliches Gefäſs mit Quecksilber zu füllen, um es hernach durch Sauerstoffgas wieder herauszutreiben, und wenn man das Gas vermittelst des Wassers einfüllen wollte, man sich entschlieſsen muſste einen Theil desselben an den innern Wänden der Kugel hängen zu lassen, so nahm man sich vor, das Gas in demselben Augenblick, wo es sich aus dem oxydirt salzsauren Kali entwickelte, vermittelst einer Röhre in die Kugel zu leiten, die an dem Destillationsapparate angebracht war, und bis auf den Boden der Kugel herabging, wodurch die gemeine Luft genöthigt wurde durch eine andere Röhre zu entweichen, die im Stöpsel der Mündung angebracht war und mit der pneumatischen Wanne communicirte. Man hatte hiebei noch den Vortheil, daſs das Gefäſs vollkommen rein blieb, eine Bedingung von Wichtigkeit, die schwer zu erlangen war, wenn man die Luft durch Quecksilber ausleerte. Man sah sehr wohl voraus, daſs die ersten Antheile Sauerstoffgas sich mit der gemeinen Luft vermischen würden, und daſs es nöthig wäre, die Mischung mehrmals durch neues Sauerstoffgas auszutreiben, damit kein Stickstoff mehr zurückbleibe, oder der zurückbleibende Antheil desselben wenigstens so klein sei, daſs er auf die Resultate des Versuchs keinen merklichen Einfluſs haben könnte. Man war sogar auf Mittel bedacht, ihn zu bestimmnn, indem man die letzten aus der Kugel getriebenen Antheile von Luft unter der pneumatischen Glocke auffing,

um sie eudiometrisch zu untersuchen. Man verwandte zu diesem Endzweck 18 Decagrammen (ohngefähr 6 Unzen) oxydirt salzsaures Kali, die man auf einmal in eine Retorte brachte, um die ganze zu diesen neuen Füllungen nöthige Menge Gas in einer Arbeit zu liefern.

Die Reinheit des anzuwendenden Gas untersuchte v. *Humboldt* auf *Guyton's* Ansuchen. Salpetergas, das durch Kupfer aus schwacher Salpetersäure entbunden war, wurde mit schwefelsaurem Eisen und Salzsäure geprüft, welche 0,09 bis 0,10 Stickstoff in demselben angab. Hundert Theile Sauerstoffgas, die gegen die Mitte der Operation, durch welche man nach und nach die gemeine Luft vermittelst des Sauerstoffgas aus der Kugel austreiben wollte, bei dem Austritt aus der Kugel aufgefangen worden, wurden mit 300 Theilen dieses Salpetergas vermischt: es blieb ein gasförmiger Rückstand von 0,66; nachdem man hievon die 0,27 oder 0,30 Stickstoff, die in dem Salpetergas präexistirten, abgezogen hatte, so blieben für die 100 Theile des untersuchten Gas noch 36 Stickstoffgas übrig. Man fuhr damit fort, von Neuem Sauerstoffgas in die Kugel treten zu lassen; gegen das Ende fing man einen Antheil davon auf, welcher derselben Prüfung nach den nemlichen Verhältnissen und mit demselben Salpetergas unterworfen wurde; der Rückstand betrug dieses Mal nicht mehr als 30 Theile; und da die 300 angewandtes Salpetergas 9 bis 10 Stickstoff auf 100 enthielten, so schloſs man, daſs dieses Sauerstoffgas ganz rein sei. Dieses sind die Worte des v. *Humboldt.* Es kam nun darauf an, den zum Versuche bestimmten Diamant in den Mittelpunkt der Kugel zu bringen: man hatte hiezu ein kleines Näpfchen (*godet*) verfertigt, welches aus dem untern Theile einer Tabakspfeife gebildet, und dessen fünf Centimeter lange Röhre an eine eiserne Stange befestigt war, welche Stange man in einem Cylinder von Kork angebracht hatte, der den Hals des Ballons verschlieſsen sollte. In diesem Korke, der mit Mastix getränkt war, um die Poren desselben zu verstopfen, befand sich eine kleine Glasröhre, durch welche das Innere des Ballons mit der Quecksilberwanne communicirte. Man brachte jetzt den Diamant auf dieses kleine Näpfchen (*godet*); man befestigte ihn mit einem kleinen Bande leicht an dasselbe, und zog dieses weg, so bald als der Ballon umgekehrt und sein Hals in das Quecksilber getaucht worden. Der Ballon wurde in dieser Lage durch zwei Queerhölzer gehalten, die eine Art von Kragen um denselben bildeten, und auf den Rändern eines eisernen Mörsers ruheten, der zur hydrargyro-pneumatischen Wanne diente. Man zog endlich durch Saugen einen Theil Sauerstoffgas aus dem Ballon heraus, der hinlänglich war, damit das Quecksilber bis zu zwölf Centimetern oberhalb der Mündung des Ballons stieg. Der Diamant war derselbe, den man bereits gegen das Ende des Versuchs

suchs im vorigen Jahre der Wirkung des Sonnenfeuers ausgesetzt hatte, und noch 199,9 Milligrammen (3,766 Gran), oder 1, weniger $\frac{1}{11}$ Karat wog.

Am fünften Fructidor des französischen Jahrs VI, um 1 Uhr Nachmittags fing man an den Brennpunkt der grofsen Linse des Nationalinstituts auf diesen Diamant zu richten. Das Thermometer stand, der Sonne unter einer Glasglocke ausgesetzt, auf 39,75 Grad. Das Quecksilber im Barometer stand auf 75,89 Centimeter (28 Zoll 0,5 Linien). Der Umfang des vom Quecksilber der Wanne eingeschlossenen Gas, auf einen Druck von 757,7 Millimetern (28 Zoll) und eine Temperatur von 12,5 Grad des hunderttheiligen Thermometers reducirt, betrug nach den Versuchen des Bürger *Prieur* und den Tafeln des Bürgers *Prony* 11470 Cubikcentimeter.

Man wandte alle Vorsicht an, den Ballon nach und nach zu erhitzen; da die Spitze des Lichtkegels nahe an den Mittelpunkt desselben traf, so war man genöthigt, die hölzerne Unterlage, die sich bereits entzündet hatte, mit einer Glasscheibe zu bedecken. Der Diamant zeigte im Anfange auf der Ecke, die die Sonne unmittelbar traf, einen schwarzen Punkt. In der Folge sah man ihn ganz schwarz und kohligt. Einen Augenblick darauf bemerkte man sehr deutlich glänzende Punkte; die auf dem schwarzen Grunde gleichsam aufwallten. Als die Sonnenstrahlen einen Augenblick unterbrochen wurden, erschien er durchsichtig und roth. Als eine Wolke den Himmel bedeckte, erschien er in einem weit reinern Weifs, als beim Anfange des Versuchs. Als die Sonne wieder in ihrer vorigen Stärke schien, nahm die Oberfläche des Diamants einen metallartigen Glanz an. Man bemerkte einen leichten Rifs am Boden der Pfeife, welche ihn trug, aber ohne dafs sich die Stücke von einander begeben hätten. Zu bemerken ist noch, dafs man im Anfange der Verbrennung einen purpurescirenden Lichtkegel wahrzunehmen glaubte, der sich von der Unterlage in das Bündel der Sonnenstrahlen erhob; aber dies Phänomen war blofs eine optische Wirkung, die von der Stellung des Beobachters abhing. Der ganze Apparat wurde an seiner Stelle und in seinem vorigen Zustande gelassen, und blofs durch einen Kasten, den man über ihn deckte, bis zum siebenten verwahrt, an welchem Tage man um 1 Uhr 20 Minuten von Neuem den Diamant dem Brennpunkte der Linse aussetzte. Es fanden sich bald wieder die nemlichen Phänomene ein, wie am fünften, nemlich die schwarze Farbe, die glänzenden und aufwallenden Punkte, welche verschwanden und wieder erschienen, wie sich die Hitze des Brennpunkts änderte. Man sah ebenfalls den metallartigen oder vielmehr bleifarbenen Glanz wieder. Um 1 Uhr 40 Minuten war der Diamant gänzlich verzehrt; man glaubte Anfangs, dafs ein glänzendes Stückchen davon zurückbleibe, man hielt aber bald dafür, dafs dies eine verglafste Stelle der

Unterlage wäre, welches man auch bei der genauern Untersuchung der Pfeife nach dem Herausnehmen aus der Kugel bestätigt fand. Jetzt waren die Produkte der Verbrennung zu sammeln. *Guyton* glaubte, es sei hiezu das Sicherste, Schwererdenwasser in den Apparat zu bringen, und dabei darauf zu sehen, daſs man, so viel als möglich, die Verhältnisse beobachtete, die man für die Sättigung der Kohlenstoffsäure damit angegeben hat, welche man dabei gebildet glaubte, um den Ungewiſsheiten vorzubeugen, die ein Ueberschuſs dieses Reagens in die Resultate bringen könnte. Nachdem man den ganzen Apparat in den Schatten gebracht hatte, fing man am neunten damit an, daſs man die dem Diamante zur Unterlage dienende Pfeife herausnahm; man bemerkte daran zwei leichte Risse, die bei der Erkaltung derselben entstanden waren, und einen Flecken von vier bis fünf Millimeter im Durchmesser, dessen Mittelpunkt ein glasichtes Ansehn hatte, und dessen Ränder ins Röthliche schielten. Bei der Untersuchung mit der Loupe entdeckte man an der Spitze des untersten einen Raum von zwei bis drei Millimeter im Durchmesser, dessen Oberfläche wirklich verglast, dessen Farbe aber matt und sehr ungleichartig war. Man unterschied daran einen Theil reines weiſses und glänzendes Glas, der sich tropfenförmig aus kleineren Theilen von der nemlichen Beschaffenheit gebildet hatte, und endlich zwei kleine Kügelchen einer glasartigen grünlich-rothen Materie. Von der einen Seite aus bemerkte man auf den Rändern mehrere andere sehr kleine Kügelchen, die auf einem gelblichten Grunde zerstreut lagen, und von der entgegengesetzten Seite aus eine leichte Färbung in ein ziemlich lebhaftes Roth mit sehr kleinen röthlichen Punkten.

Ein kleines Stückchen weiſse erdichte Materie hielt man Anfangs für ein von den Rändern der Pfeife abgetrenntes Fragment; man fand es aber zerreiblich, und erkannte es, dem Flecken zu Folge, den es auf Gold zurückließs, für Quecksilberoxyd.

Nach Endigung dieser Untersuchung lieſs man fünf Maas gesättigtes Schwererdenwasser, jedes zu 46,5 Cubikcentimeter in die Kugel treten. Die Flüssigkeit wurde auf der Stelle milchicht; der Umfang des Gas wurde vermindert, welche Verminderung, nach der Angabe der Skale berechnet, beinahe 300 Cubikcentimeter betrug. Die Flüssigkeit wurde in der Kugel herumbewegt, um damit die weiſse Materie, die sich zu Boden gesetzt hatte, zu vermischen; dann nahm man 4½ Maas von den fünf, welche man in dieselbe gebracht hatte, heraus, wozu man sich der nemlichen Flasche bediente, die man mit Quecksilber füllte, umkehrte, und in dem Innern des Ballons vermittelst einer eisernen Spindel in die Höhe brachte, die aus mehreren aneinander geschraubten Stücken zusammengesetzt war. Man lieſs in den Ballon noch drei ähnliche Maase destillirtes Wasser steigen, welche man in dem Innern desselben hin

und her bewegte, um von den Wänden desselben alles das loszuweichen und zusammen zu sammeln, was noch an ihnen hing. Man vermengte beide Flüssigkeiten mit einander, und filtrirte sie sogleich durch ein bedecktes Filtrum; sie liefsen 192 Centigrammen (36,142 Gran) in der Hitze des siedenden Wassers getrocknete kohlenstoffsaure Schwererde zurück. Bei der fernern Untersuchung der Flüssigkeit fand man, dafs sie weder die Farbe der Curkuma, noch die des Fernambuks änderte, sondern im Gegentheile auf die Lakmustinktur wie mit Kohlenstoffsäure geschwängertes Wasser wirkte. Die Gegenwart dieser Säure in der Flüssigkeit bestätigte sich auf eine ganz unzweideutige Weise durch die Trübung, die in ihr entstand, wenn man einige Tropfen neues Schwererdenwasser in sie fallen liefs. Es waren gegen 4,65 Centimeter dieses Wassers nöthig, um den Rückstand von saurem Gas in demselben zu sättigen und niederzuschlagen. Man nahm nun alle mögliche Maasregeln, um den gasförmigen Gehalt des Ballons, in Hinsicht auf die Menge, zu bestimmen: glücklicher Weise waren die auf den Skalen bezeichneten Abtheilungen und der Umstand, dafs die Mündung des Ballons bis jetzt noch nicht aus dem Quecksilber gekommen war, dazu behülflich. Der scheinbare Umfang des nach der Herausnahme des Schwererdenwassers zurückbleibenden Gas betrug genau 122 Deciliter; die innere Quecksilbersäule war 47 Millimeter über das Niveau der Wanne erhoben; das Barometer stand (am neunzehnten Fructidor VI) auf 759,96 Millimeter, das hundertgradige Thermometer auf 21,25 Grade, das wahre Volumen bei mittlerem Drucke und Temperatur war demnach 112,426 Deciliter, oder 1142,66 Cubikcentimeter. Herr v. *Humboldt* wurde eingeladen, bei der Untersuchung der Natur des rückständigen Gas anwesend zu seyn. Es wurde in seiner Gegenwart in eine ausdrücklich hiezu mit destillirtem Wasser versehene pneumatische Wanne geleitet, und in vier grofsen Flaschen aufgefangen. Es wurde mit den nemlichen Instrumenten und mit demselben Salpetergas geprüft, dessen man sich zur Untersuchung des Sauerstoffgas vor der Verbrennung bedient hatte, und das folglich 0,09 bis 0,10 Stickgas enthielt: die Versuche mit den aus den verschiedenen Flaschen genommenen Gasrückständen gaben von 31 bis zu 34 für die Menge des Rückstandes von einer Mischung aus 100 Theilen des zu prüfenden Gas und 300 Theilen Salpetergas. *Guyton* nimmt keineswegs das Mittel heraus, sondern bleibt bei der kleinern Angabe stehen, welche $\frac{4}{100}$ Kohlenstoffsäure angiebt, und von der er versichern zu können glaubt, dafs sie eher weniger als zuviel anzeige, weil ein Antheil desselben Gas unter einem Recipienten mit Ammoniak in Berührung gebracht, eine Verminderung von 4,5 auf 100 erlitt.

Nach *Pelletier* (*Annales de Chimie*, *T. XXI* p. 135) enthalten 100 Theile kohlenstoffsaure Schwererde 22 Theile Kohlensäure; dies giebt für die gewonnenen 192 Centigrammen 42,24, und da der Cubikcentimeter dieses Gas 1,847

Milligrammen wiegt, so folgt, dafs diese 42,24 Centigrammen, 228,621 Cubikcentimetern gleichgelten. Rechnet man nun mit *Guyton* eines Theils die 449 in dem nach der Verbrennung zurückbleibenden Gas vorgefundenen Cubikcentimeter, die jene $\frac{4}{100}$ ausmachten, dazu; zieht aber auf der andern Seite diese nemliche Menge wieder von der gasförmigen Flüssigkeit ab, in welcher die Verbrennung vor sich ging, so folgt, dafs von den 11470 Cubikcentimetern Sauerstoffgas, die Anfangs in den Ballon gebracht wurden, nach der Verbrennung nur noch 10793 übrig waren; dafs 677 absorbirt worden. Die Hitze, bei der sich der Diamant entzündet, schätzt *Guyton* ohngefähr auf 30 pyrometrische Grade. 1) (Scherer's allgem. Journ. der Chemie B. III p. 676 ff.)

Auch die philosophische Societät zu London machte im Jahre 1800 Versuche dieser Art. (Aus Tilloch's *Philosophical Magazine Vol. VIII*, in Scherer's allgem. Journal der Chemie B. VIII p. 504 ff.) Man brachte einen rothen Diamant, der $\frac{15}{64}$ Karat wog, in ein Stück dichte Holzkohle, welche mit Fleifs etwas ausgehöhlt war, und versetzte diese nun durch die Flamme einer Lampe vermittelst eines gewöhnlichen Blaserohrs in den glühenden Zustand. Als die Kohle glühete, ward sie der Wirkung eines andern Blaserohrs ausgesetzt, das mit einem durch Sauerstoffgas gefüllten Gazometer in Verbindung stand, so, dafs ein beständiger und ununterbrochener Strom von Sauerstoffgas auf die Kohle wirken konnte. Nach Verlauf von einer Minute und 15 Sekunden war der Diamant nur noch $\frac{4}{64}$, und hatte $\frac{11}{15}$ seines ursprünglichen Gewichts verloren. Er war jetzt nicht mehr durchsichtig, und hatte seine Form und seine Politur gänzlich eingebüfst; etwas Rufsartiges war aber nicht an ihm zu entdecken. Der rückständige unverbrannte Theil hatte nach dem Versuche wieder denselben Glanz als vorher; auch besafs er noch dieselbe Farbe. Hernach wurde ein anderer Diamant, der $\frac{17}{64}$ Karat wog, eben so wie der erstere einer durch Sauerstoffgas erregten Hitze ausgesetzt. Nach Verlauf von einer Minute und 53 Sekunden ward er aus der Glut herausgenommen, und es fand sich, dafs er nur noch $\frac{3}{64}$ wog; er hatte $\frac{15}{17}$ seines ursprünglichen Gewichts verloren. Hätte man ihn noch einige Sekunden länger in der Hitze gelassen, so wäre er gänzlich verschwunden. Als der Diamant zufälliger Weise von der Kohle herabfiel, bemerkte man; dafs er ganz bestimmt und deutlich während des Fallens durch die Luft wie ein anderer verbrennlicher Körper mit einer Flamme brannte. Die Flamme hatte eine blaue Perl-

1) *Guyton* folgert hieraus nun weiter, dafs diese 677 Cubikcentimeter Sauerstoff, jeder zu 1,3577 Milligrammen gerechnet, mit den 199,9 Milligrammen Diamant 1117,96 Milligrammen Kohlenstoffsäure erzeugt haben; endlich dafs 17,88 Kohlenstoff mit 82,12 Sauerstoff 100 Theile Kohlensäure geben.

farbe, und war beinahe ¼ Zoll lang. Der Versuch ward in der Folge öfters und immer mit demselben Erfolge wiederholt. Der nicht ganz verbrannte Diamant wird noch in demselben Zustande aufbewahrt, in dem er sich nach dem Versuche befand. Er hat seine Form und Politur gänzlich verloren, und ist auf seiner ganzen Oberfläche mit einer kohlenartigen etwas metallisch glänzenden Materie bedeckt. Nach genauern Untersuchungen scheint diese gänzlich aus Reisblei zu bestehen, welches sich mit der obern Fläche des Diamanten immer verbunden hat. *Bourguet* bemerkt (chemisches Wörterb. B. I p. 389), im Sauerstoffgas verbrenne der Diamant mit einem gelblichen Lichte, ohne Rückstand; er sei während dieses Verbrennens mit einer Art von Dunstatmosphäre umgeben, und es bilde sich kohlensaures Gas. 1)

Diamant und Kohlensäure.

Lavoisier brachte vier kaum vier Gran wiegende Diamante in einem porcellanenen Schälchen auf ein Gestell von Krystallglas; die Diamante waren schon im Brennpunkte gewesen; der eine war halbdurchsichtig, ein zweiter schwarz und kohlicht an einer Seite, und die beiden übrigen vollkommen schwarz. Er füllte die kleine Schale, auf deren Boden das Gestell in der Mitte befestigt war, mit Quecksilber an, und deckte einen Kolben von weifsem Glase über die Diamanten, den er zuvor mit dem durch Schwefelsäure aus der Kreide erhaltenen Gas gefüllt hatte. Er bemerkt hiebei, dafs er nicht dafür bürgen könne, dafs beim Umkehren des Kolbens nicht eine geringe Quantität atmosphärischer Luft mit eingeschlichen sei, dafs aber die Menge der letztern gewifs nicht beträchtlich gewesen. Er liefs nun den Brennpunkt des grofsen Tschirnhausenschen Brennglases darauf wirken. Die Sonne brannte stark, und einige Augenblicke nachdem die Diamante in den Brennpunkt gestellt waren, wurden sie rothglühend befunden; bald darauf verflog die schwarze Lage, die sie bedeckte, gänzlich, sie erhielten eine matte Halbdurchsichtigkeit, welche sie während des ganzen Prozesses beibehielten; nach und nach bemerkte man, dafs ihre Oberfläche höckericht, krümelicht und mit Blasen bedeckt ward, so dafs sie, die Durchsichtigkeit ausgenommen, das Ansehen von Bimsteinen oder

1) Darauf, dafs man nach der Verbrennung des Diamants in Sauerstoffgas nichts als Kohlensäure fand, und dafs bei seiner Verzehrung mehr Sauerstoffgas verbraucht wurde, als bei der der Kohle, gründete man die Hypothese, dafs der Diamant der reinste Kohlenstoff sei. Eine Critik dieser Meinung sehe man gleich hinter den Eigenschaften des Diamants, in der Note.

vielmehr von Mühlsteinen 1) erhielten. Allmählig nahmen die hohlen Eindrücke mehr und mehr zu, und die Diamante schienen sichtbar abzunehmen. Diese Wahrnehmungen wurden hauptsächlich nur an den beiden gemacht, die oben auf lagen, denn die andern beiden unten liegenden waren zu sehr verborgen, als daſs sie hätten beobachtet werden können. Nach Verlauf von drei Viertelstunden nahm man an dem einen von den beiden obersten Diamanten einen Riſs wahr, der nachher zunahm; der zweite obere sah gleichsam blätterich aus; nach Verlauf einer Stunde hatten die beiden oberen hinlänglich abgenommen, um die Beobachtung der beiden untersten zu erlauben, welche mehr als die beiden ersten von ihrem Umfange verloren zu haben schienen. Der Umfang der Luft war nach dem Erkalten um vier Cubikzoll vermindert, und die Diamante wogen an Statt vier nur noch $2\frac{1}{16}$ Gran, hatten also nicht völlig die Hälfte von ihrem Gewichte verloren; sie waren durchsichtig, ohne daſs man schwarze und kohlichte Theile an ihnen wahrgenommen hätte. 2) (Lavoisier's physikalisch-chemische Schriften, übers. von Weigel, T. I p. 228 ff.; Sammlung praktisch-chem. Abhandl. v. Lampadius, B. II p. 7; Macquer's chemisches Wörterb., Leonhardi's Ausgabe, B. II p. 42.)

Kohle und Wasserstoffgas.

a) Kohle, Wasserstoffgas und Licht.

Wenn man Wasserstoffgas, in dem Kohlen liegen, dem Lichte aussetzt, so erhält man gekohltes Wasserstoffgas. (*Fourcroy* in s. *Système des Conn. chim. T. I.*)

b) Kohle, Wasserstoffgas und Wärme.

α) *Absorbtion des Wasserstoffgas durch Kohle.*

Priestley brachte Stückchen glühender Holzkohlen in eine Phiole mit entzündbarer Luft angefüllt, kehrte alsdann die Flasche sogleich um, und stellte sie mit ihrer Oeffnung in Quecksilber. Sobald nun ein Drittheil von der ganzen Quantität verschluckt war, fand er, daſs der noch übrige Luftrest, so wie die wieder aus der Kohle herausgetriebene Luft, entzündbar war. Den ersten Rest fand er von dem, was die Luft vorher gewesen war, nicht verschieden;

1) *Herrn Weigel ist es wahrscheinlich, daſs hier der Rheinl. Mühlenstein (Cronstedts Vers. einer Miner.* § 294. Pumex molaris Linn.) *gemeint sei. S. d. Uebersetz. von Lavoisier's Werken, T. 1 p. 212.*

2) *Es ist, wie auch Lampadius bemerkt, sehr wahrscheinlich, daſs die in diesem Falle bemerkte Verflüchtigung des Diamants der dem kohlensauern Gas beigemengten atmosphärischen Luft zuzuschreiben sei.*

der letztere aber schien etwas weniger entzündbar zu seyn. (Priestley's Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturl., aus dem Engl. B. I p. 288; *Encyclop. méthod. Chimie, T. III p.* 467.)

Morozzo brachte in eine gläserne Röhre, die mit entzündlicher Luft aus Vitriolöl durch Eisenfeile angefüllt, von einem Zoll im Durchmesser und zwölf Zoll Länge, mit einem Stöpsel verstopft, durch Quecksilber gesperrt und mit einer in Zolle und Linien eingetheilten Skale versehen war, eine glühende Buchenkohle, die einen Zoll bis acht Linien im Durchmesser hatte, und anderthalb Drachmen wog, so, daſs die Kohle durchs Quecksilber in die Luft eingeführt wurde. Es entstand eine Verschluckung von ohngefähr zwei Zoll. Die übrig gebliebene Luft zeigte sich noch eben so brennbar als vorher, sie machte zwar eine kleine Verpuffung an der Mündung des Glases, brannte aber vollkommen mit einer ansehnlichen Flamme. (Lichtenberg's Magazin für d. Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. II Stück 2 p. 13; Ueber Luft, von Weber, p. 268.)

Ferner stellte er vergleichende Versuche über die Absorbtionsfähigkeit der Steinkohlen auf eben die Art an; während die Holzkohlen zwei Zoll eine Linie verschluckten, verschluckten die Steinkohlen zwei Zoll. (*Journal de Phys.* Nov. 1783; bei Lichtenberg a. a. O. B. II St. 3 p. 73.)

Bei einem spätern Versuche, bei dem Kohle von Rothbuchenholz von anderthalb Quentchen (*gros*) Gewicht in Absorbtionsröhren von einem Zoll Weite und zwölf Zoll Länge geprüft wurde, betrug die Absorbtion in brennbarer Luft, die aus dem faulen Wasser eines Grabens, durch welchen die Unreinigkeiten der Schlachthöfe und Miststätten abliefen, aufgefangen war, und welche kohlensaures Gas enthielt 6″; in dem reinen Wasserstoffgas aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure war sie nur sehr geringe. (*Journal de Physique etc. Frimaire XII T. XVII p.* 465 ff.; neues allgem. Journ. d. Chemie B. III Heft 6 p. 671.)

Bei *Rouppe's* und *v. Noorden's* Versuchen (Crell's chem. Annalen 1799, II p. 213; Scherer's allgemeines Journal der Chemie B. III 15 p. 300; Hildebrandt's Encyclop. d. Chemie I Heft 6 p. 1106) verschluckten 16 Cubikzoll Holzkohlen 29 bis 31 Kubikzoll Wasserstoffgas auf ein Mal, worauf alle Verminderung aufhörte. 1)

Parrot und *Grindel* löschten vollkommen glühende Kohlen in Quecksilber und leiteten sie in eine zwei bis drei Unzen haltende, mit Wasserstoffgas

1) *Die Art und Weise, wie der Versuch angestellt wurde, und der Apparat sind dieselben, als bei den Versuchen dieser Art mit Sauerstoffgas.* (*S. Kohle und Sauerstoffgas.*)

gefüllte, umgestürzte Flasche. Es entstand bei gänzlicher Anfüllung des Glases mit Kohlen nur eine sehr geringe Absorbtion, welche ihnen zu Folge blofs den mechanischen Einsaugen der durch die Hitze von anderer Luft befreiten Kohle zugeschrieben werden mufs. Nach vierzehn Tagen hatte dieses wenige um nichts zugenommen, so dafs sie glauben, dafs man behaupten könne, Wasserstoffgas werde von der vollkommen glühenden Kohle, die in Quecksilber gelöscht ist, nicht absorbirt. Die nemlichen Kohlen wurden aus dem Wasserstoffgas nach vierzehn Tagen durch das Quecksilber genommen, und in Kohlensäure gebracht, ohne die äufsere Luft zu berühren. Die Kohlensäure wurde ganz so absorbirt, als hätten die Kohlen gar nicht in Wasserstoffgas gelegen. 1) (Bei Scherer a. a. O. B. IV p. 441.)

De la Metherie fand, dafs sie das Doppelte ihres Umfangs von brennbarer, vermittelst Eisen und Vitriolsäure erhaltener, Luft einsauge. (De la Metherie über reine Luft u. s. w. aus dem Franz. B. I p. 164.)

β) Gasförmige Verbindung der Kohle mit Wasserstoffgas.

Der Wasserstoff kann, wenn er sich aus Gemischen, die ihn enthalten, entbindet, Kohlenstoff auflösen, und mit sich zu Gas machen. (Hildebrandt in s. Encyclop. der Chemie, Th. I p. 183; Fourcroy in s. *Système des conn. chimiq.* T. I p. 181; v. Humboldt in s. Versuch. über die chem. Zerlegung des Luftkreises p. 64.) Dieses Gas nennt man:

Gekohltes Wasserstoffgas, schwere brennbare Luft, schweres brennbares Gas, Sumpfluft, entzündliche Schwaden, Kohlenstoff- oder kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas; *Gas inflammabile gravius*, *Gas pingue*, *flammeum* (*van Helmont*), *Gas palustre*, *Aër paludum*, *Gas carbonum*, *Gas hydrogenium carbonatum*, *Gas hydrogène carboné*, *Gas inflammable des marais*. (Scherer's Darstellung der chemischen Untersuch. der Gasarten p. 33; Gehler's phys. Wörterb. B. V p. 428 und 430; Fischer's physikalisches Wörterb. B. II p. 917; Euler's Briefe, Ausgabe von Kries, B. III p. 262.)

Adet und *Hassenfratz* geben ihm das Zeichen ϛ

Dieses Gas hat einen unangenehmen brenzlichten Geruch, der unangenehmer und stärker ist, als der des leichten brennbaren Gas, und eine gröfsere specifische Schwere, als reines Wasserstoffgas. (Bei Scherer a. a. O.; bei Fischer a. a. O. p. 620; Mayer's Anfangsgründe der Naturlehre, p. 379; bei

1) *Das Speciellere über ihre Methode s. bei Kohle und Sauerstoffgas.*

bei **Gehler** a. a. O. p. 429.) Der Geruch ist, nach *Fourcroy*, (*Système des connaiss. chimiques, T. I p.* 182) um desto stärker, je mehr es Kohle hält. 1) 2)

1) Die alten Naturforscher kannten dieses Gas unter dem Namen der entzündlichen Schwaden in unterirrdischen Höhlen und Gruben. Auch kannte *van Helmont* (*Complex. atque mist. elem. figm.* §. 28, 29. *de flatibus* §. 4, 62) die entzündbare Luft, welche durch die Verdauung der Speisen menschlicher Körper erzeugt wird; *Hales* entwickelte (*Vegetable statiks. ex.* 57) aus Erbsen, Wachs, Austerschalen und Bernstein dieses Gas. Als D. *Franklin* im Jahre 1764 durch Neu-Jersey reisete, so wurde ihm an verschiedenen Orten erzählt, dafs man die Luft über verschiedenen daselbst befindlichen Wassern anbrennen könnte. Er und ein Freund von ihm rührten daher in einem sumpfigen Orte den Schlamm mit dem Stocke auf, und hielten sogleich, als Luftblasen in die Höhe stiegen, ein Licht daran, da sich dann plötzlich eine Flamme erzeugte. Auch erhielt Dr. *Chandler* zu London im Jahre 1765 von Dr. *Finley* aus Neu-Jersey einen Brief, worin ihm gemeldet wurde, dafs sich dieselbe Erscheinung in einem Mühlteiche in Neu-Jersey zeige. *Volta* war der erste, der dasselbe mit Aufmerksamkeit untersuchte. *Priestley* machte bald darauf Versuche über verschiedene Arten desselben bekannt; *Lavoisier* scheint zuerst seine Zusammensetzung ausgemittelt zu haben; die genaueste Analyse, die man übrigens davon besitzt, ist von *Cuikshank* aus Woolwich (*Nicholsons* Journal V, 1.)

Dieses Gas erhebt sich bei heifsem Wetter aus dem Grunde stehender Gewässer; man erhält es, wenn man Kohle in Wasserstoffgas schüttet, und die Mischung dem Sonnenlichte aussetzt, wenn man nasse Kohlen aus einer Retorte distillirt, wenn man Weingeist oder Aether durch eine rothglühende porcellainene Röhre gehen läfst. Auch entwickelt es sich bei der trockenen Destillation aller thierischen und vegetabilischen Körper, aber erst bei der Glühhitze; bei der Fäulnifs aller thierischen und vegetabilischen Körper in grofser Menge; auch kann man es gewinnen aus Weinstein, Weinsteinsäure, Zucker, Sauerkleesäure, Pflanzenschleime und Gummi, Kleber, Eyweifsstoff, Stärke, Gallerte, Fett, Milchzucker, aus dem Blute, aus dem Blutwasser, Blutkuchen, Berlinerblau, aus Weingeist, aus dem Reisblei, aus Wasserdünsten über Kohlen durch glühende Röhren geleitet. Man nehme buchene Holzspäne, fülle hiemit eine irdene beschlagene Retorte bis zur Mündung an, kitte eine gläserne gekrümmte Röhre mit einer oder mehrern Mittelflaschen luftdicht an ihren Hals, lege die Retorte in einen Windofen, bringe die Oefnung der andern Seitenröhre der Mittelflasche unter den Trichter der mit heifsem Wasser oder Quecksilber gefüllten Wanne, des pneumatischen Apparats, und gebe gelindes Feuer, welches man nach und nach bis zum Glühen der Retorte verstärkt. Anfänglich entweicht die atmosphärische Luft, bei verstärkter Hitze geht Wasser über, das sich in der Mittelflasche sammelt, und zugleich entwickeln sich bei dem gehörigen Grade der Hitze die übrigen flüchtigen Theile. Die Destillation wird so lange fortgesetzt, bis keine Dämpfe und kein Gas mehr übergehn; die Menge des bei dieser Operation mit Kohlensäure vermischt übergehenden gekohlten Wasserstoffgas ist ausserordentlich grofs. Das kohlensaure Gas mufs man von dem übrigen durch Waschen mit Kalkwasser oder Kalkmilch abscheiden. Von den Pflanzen die das meiste Oel enthalten, erhält man auch das meiste gekohlte Wasserstoffgas. *Priestley* erhielt auch zuerst dieses Gas aus verschiedenen Oelen durch den

In den relativen Verhältnissen der Bestandtheile des gekohlten Wasserstoffgas, mithin auch in seinen Eigenschaften finden beträchtliche Verschiedenheiten statt, je nachdem das Verfahren verschieden war, durch welches es erhalten wurde.

Dasjenige kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas, welches man aus stehenden

electrischen Funken; aus Terpentinöl entwickelte es sich am geschwindesten, aus Olivenöl am langsamsten. Auch durch verschiedene andere Reagentien, vorzüglich durch concentrirte Säuren, wird diefs Gas aus den Oelen gewonnen.

Sonst findet man diese Gasart in unterirdischen Höhlen, in den Schachten, besonders in Steinkohlengruben; auch in den Gedärmen der Thiere, in den Cloaken, in den heimlichen Gemächern (*Laborie*, *Cadet et Parmentier Observations sur les fosses d'Aisance. Paris* 1778, p. 77); in Begräbnifsorten, und überhaupt wo eine Fäulnifs Statt findet, entwickelt sie sich häufig.

Von Humboldt wollte gefunden haben, (*Scherers* allgemeines Journal der Chemie, B. V. p. 796) dafs sich ein eigenthümliches oxydirtes Kohlenstoff-Wasserstoffgas aus der frischen Frucht der Coffea arabica in der Sonne nach 36 Stunden entwickele.

Volta hat (*Lettere al P. G. Campi sull' aria inflammabile nativa delle Paludi. Como* 1776, 8, 1778, 8; Briefe über die natürlich entstehende Sumpfluft, aus dem Ital. Winterthur 1778, 8) zuerst angegeben, wie man sie aus den Sümpfen, Pfützen und stehenden Gewässern gewinnen soll. Man soll eine Flasche mit Wasser füllen, sie im Wasser eines stillstehenden Sumpfes umkehren, einen Trichter in die Oefnung derselben bringen, und dann mit einem spitzen Stocke im Grunde rühren, worauf die Sumpfluft in Blasen in die Flasche aufsteigt.

Eine bequemere Vorrichtung hat *Ingenhoufs* (Vermischte Schriften etc. Wien 1784, gr. 8. B. I. No. 11, p. 300 f.) angegeben. Man bindet eine grofse durch hinreichende Behandlung mit Fett gut erweichte Blase an eine hölzerne Röhre mit einem Hahn, dessen Handgriff viereckicht, und mit 2 Löchern über Kreuz durch und durch durchbohrt ist. Eines von diesen Löchern dient zum Aufmachen, das andere zum Schliefsen. Diesen Hahn dreht man um, indem man das Ende eines Stocks in eines dieser Löcher einsteckt. Die hölzerne Röhre, an welcher der Hahn ist, und die Blase angebunden wird, sitzt auf einem sehr ausgehöhlten Trichter von Blech oder Messing, der auf einem erhobenen Theile einen starken und fest angelötheten Ring hat, welcher das Ende eines Stocks aufnimmt. Nachdem alle Luft aus der Blase hinausgebracht ist, schliefst man den Hahn, und befestigt den Trichter mittelst des auf seiner erhabenen Seite angelötheten Ringes an einem Stocke, und füllet denselben mit Wasser, indem man ihn untertaucht, um alle atmosphärische Luft hinauszutreiben, und alsdann bringt man ihn zuerst mit seiner weitern Oefnung 2 bis 3 Zoll unter die Oberfläche des Wassers. Indem man in der linken Hand den Stock hält, an dem der Trichter befestigt ist, drehet man, um die Gemeinschaft zwischen dem Trichter und der Blase zu öffnen, den Hahnen mittelst eines Stockes, den man in der rechten Hand hält, um; dann rührt man, um diefs Gas zu entbinden, mit demselben Stocke den Bodensatz des Wassers auf, und zwar so lange, bis die Blase von brennbarer Luft, die häufig aufsteigt, angeschwollen ist, worauf man den Hahnen eben so, wie man ihn aufgemacht hat, schliefst, und die Vorrichtung aus dem Wasser heraushebt. Auf diese Art kann man soviel von dem Gas bekommen, als man wünscht; denn wenn man sich mit grofsen Flaschen versehen hat, so füllet man diese mit Wasser

Wassern, aus Kampfer oder andern vegetabilischen Substanzen erhält, enthält die gröfste Menge Kohle. Sein specifisches Gewicht ist 0,000804, und verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft, wie 155 zu 235; oder nahe wie 2 zu 3. Ein Theil Wasserstoffgas, dem Gewichte nach, enthält 5,5 Kohlenstoff. Nach *Cruikshank's* Analyse enthalten 100 Theile desselben im gewöhnlichen Zustande:

52,35	Kohle,
9,60	Wasserstoff,
38,05	Wasser im Zustande v. Wasserdampfe.
100,00.	

Dasjenige, welches man durch die Destillation nasser Kohlen erhält, enthält die wenigste Kohle und ist das leichteste. Sein spec. Gewicht ist 0,000554, und verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 14,5 zu 31, oder beinahe wie 1:2. Es enthält einen Theil (dem Gewichte nach) Wasserstoffgas, der zwei Theile Kohle aufgelöfst hat. Hundert Theile dieses Gas sind zusammengesetzt aus:

28	Kohle
9	Wasserstoff,
63	Wasser.
100.	

leeret die Blase zwischen den Händen unter dem Trichter aus; wobei denn die darinn enthaltene Luft in die Flasche aufsteigt, und das Wasser herausdruckt. Die ausgeleerte Blase vereinigt man nun wieder mit der übrigen Vorrichtung, wie sie vorher war, um sie aufs Neue zu füllen, und so kann man so viele Flaschen anfüllen, als man will. Doctor *Pickel* hat diese Geräthschaften ausgedacht. (Zu dieser kurzen Geschichte sind aufser den darinn angeführten Schriften noch folgende benutzt: *Geblers* phys. Wörterb. B. II, p. 364 f.; B. V, p. 428 f.; *Fischers* phys. Wörterb. B. II, p. 617 f.; *Fourcroy's Système des Conaiss. chimiq. T. I, p.* 181; *Encyclop. méthod. III, p.* 493; *Eulers* Briefe über verschiedene Gegenstände aus der Naturlehre, von *Kries* herausgegeben, B. III, p. 260 f.; *Thomsons* System der Chemie, B. I. p. 77 f.)

Nach *Fourcroy* (chemische Versuche und Beobachtungen, aus dem Franz. von *Hebenstreit*, Leipz. 1788, p. 156) enthält die gewöhnlichste Sumpfluft drei Theile Kohlensäure und einen Theil brennbare Luft.

Ein Antheil von Kohlensäure ist in jedem noch nicht gereinigten Sumpfgas. (*Göttling* in seinem Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker, J. 1800, p. 85; *Fischer* a. a. O.; *Gebler* a. a. O.)

2) Nach dem antiphlogistischen Systeme besteht dieses Gas aus Wasserstoff und Kohlenstoff.

Das spec. Gewicht des aus dem Aether erhaltenen kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas ist 0,000787. Es besteht aus:

45	Kohle,
15	Wasserstoff,
40	Wasser.
100.	

(*Thomson* in s. System d. Chemie, Uebersetz. v. Wolff, B. I p. 79.)

Die von den Holländischen Chemisten zuerst bemerkte Art, die durch Vermischung von vier Theilen concentrirter Schwefelsäure und einem Theile Alcohol erhalten wird, und die sie ölichtes Gas (*Gas huileux*) nennen, der *Fourcroy* aber den Nahmen ölmachendes Gas, (*Gas olefiant*) giebt, verhält sich nach *Berthollet* in ihrer specifischen Schwere zu der atmosphärischen Luft, wie 40:46 oder nahe wie 905:1000. Nach den Untersuchungen der Holländer enthalten 100 Theile dem Gewichte nach 74 bis 80 Kohle gegen 26 bis 20 Wasserstoff; nach *Berthollet's* aber 75 Kohle und 25 Wasserstoff. (*Observations sur le charbon et les gas hydrogènes carbonés, etc. par Berthollet, Paris. Germinal an* X.; *Wolffs* Annalen der chemischen Litteratur, B. I. p. 266.)

Clement und *Desormes* fanden das Gewicht des Litre des gekohlten Wasserstoffgas, welches dadurch erhalten war, daſs sie Alcoholdämpfe durch eine rothglühende eiserne Röhre, welche Kohle enthielt, streichen lieſsen = 0,58 Gramm (*Crell's* Annalen f. 1801 B, II. p. 475.)

Cruikshank bemerkt, (*Scherers* allgem. Journ. B. VII. Stück 5. p. 384; *Crells* Annalen 1802 B. I p. 239;) alle reinen Kohlenstoff-Wasserstoffgas-Arten hätten dieselben Eigenschaften, wenn sie ganz von Kohlenstoffsäure befreiet wären.

Als *Clement* und *Desormes* durch in einer rothglühenden eisernen Röhre befindliche Kohle Wasserstoffgas streichen lieſsen, wurde das Volumen desselben vermindert. Nachdem es 8 Mal hindurch gestrichen war, untersuchte man es. Es brannte wie gekohltes Wasserstoffgas mit einer rothen Flamme auswendig und mit einer blauen innerlich, bildete Wasser durch seine Verbrennung, und gab etwas weniger Kohlensäure, wie ein durch Hindurchstreichen von Alcoholdämpfen durch glühende Kohle erhaltenes gekohltes Wasserstoffgas. (*Crell's* Annalen für 1801. B. II p. 476.)

Die glühenden Kohlen verlöschen im Wasserstoffgas. (*Volta* in der *Encycl. méthod.* III. p. 494; *Halle's* natürliche Magie B. II. p. 85.) Auch das gekohlte Wasserstoffgas löscht entzündete Körper aus. (*Fourcroy* in d. *Système des Conn. chimiq.* T. I p. 182.) Die Holländischen Chemiker und *Berthollet* fanden, daſs das ölgebende Wasserstoffgas beim Durchtreiben durch

eine glühende Glasröhre einen kohligen Anschmauch im Recipienten, aber gar keine Kohlensäure gab, und dafs sein Volumen etwas weniges ausgedehnt wurde. (*Observ. sur le Charbon p. Berthollet Paris an* X; *Scherers* allgem. Journ. d. Chemie B. X. p. 610.)

c. Kohle, Wasserstoffgas und Electricität.

Als *William Austin* den electrischen Funken durch schwere entzündliche Luft gehen liefs, wurde dieselbe oft um das Doppelte ihres Volum's ausgedehnt; aber bei der Untersuchung fand sich nachher doch, dafs nur der sechste Theil des Ganzen eine Zersetzung erlitten hatte. Durch fortgesetzte Erschütterungen nahm nun auch die Expansion nicht weiter zu. Als er darauf den Funken durch ein Gemisch von schwerer und leichter entzündbarer Luft gehen liefs, so war die Expansion beinahe die gleiche als vorher. Bei dieser partiellen Zersetzung erhält man nach ihm ein Gemisch von den beiden brennbaren Luftarten und phlogistisirter Luft. Derselbe füllte eine krummgebogene Glasröhre die $\frac{1}{7}$ Zoll im Durchmesser hatte, und an beiden Enden offen war, mit Quecksilber, und stellte sie in dasselbe; liefs dann $2\frac{4}{5}$ Maafse (von denen jedes einen Viertelzoll der Höhe der Röhre austrug) schwerer entzündbarer Luft hinein, und so lange electrische Funken hindurch schlagen, bis sie $4\frac{1}{2}$ Maafs betrug. Jetzt wurde die übrige Luft geprüft. Kalkwasser wurde davon nicht im Geringsten getrübt. Während der Operation hatte sich ein weifslicher oder aschfarbener Beschlag an die Seite der Glasröhre und auf das Quecksilber gesetzt. (Die entzündbare Luft, deren er sich bei seinen Versuchen bediente war aus Blättererde erhalten.) Nachher liefs er auch electrische Funken durch entzündbare Luft aus Steinkohle gehen, und fand, dafs sie auf ähnliche Art expandirt wurde.

Bei einem andern Versuche expandirte er auf angegebene Weise: $3\frac{1}{4}$ Maafs unsers Gas bis auf $5\frac{1}{2}$. Als er jetzt $3\frac{1}{2}$ Maafs dephlogistisirter Luft hinzusetzte, wuchs die Säule zu 9 Maafs an. Ein einziger electrischer Funken brachte sie zu 4. Durch zugelassenes Kalkwasser blieben nur 3 Maafs übrig. Eine Auflösung von Schwefelleber verminderte sie nicht weiter. Die rückständige Luft brannte auf, da ein Licht beim Zugang der atmosphärischen Luft ihr genähert wurde.

Ferner dehnte er 3 Maafs entzündbare Luft zu $6\frac{1}{4}$ aus. Als er jetzt $4\frac{3}{4}$ Maafs dephlogistisirte hinzusetzte und electrisirte, betrug das Ganze nach der Entzündung nur $4\frac{1}{4}$ Maafs. Das Kalkwasser brachte sie auf $2\frac{1}{2}$.

Eine Quantität die zwischen $3\frac{1}{4}$ und $3\frac{1}{2}$ Maafs betrug, wurde durch ohngefähr 300 electrische Erschütterungsschläge zu völligen $6\frac{1}{2}$ Maafs ausgedehnt. Nach Hinzusetzung von $5\frac{1}{4}$ Maafs dephlogistisirter Luft und vorgenommener Entzündung betrugen sie $4\frac{1}{4}$ Maafs, und wurden durch Kalkwasser auf $1\frac{5}{8}$ gebracht.

$2\frac{1}{8}$ Maaſs wurden durch ohngefähr 200 electrische Funken fast zu $5\frac{1}{2}$ ausgedehnt. *Austin* setzte so viel dephlogistisirte Luft hinzu, daſs die Luftsäule auf $9\frac{1}{4}$ wuchs. Nach dem Abbrennen betrug der Rückstand 4, und dieser wurde mit Kalkwasser auf weniger als 2 gebracht. Salpeterluft brachte nachher noch eine geringe Verminderung zu Wege.

Drei Maaſse entzündbarer Luft wurden nach 150 electrischen Schlägen zu 5,1. Es wurde so viel dephlogistisirte Luft hinzugesetzt, daſs die Säule auf $10\frac{1}{6}$ stieg. Nach dem Abbrennen maſs sie etwa 4,9 und wurde durch Kalkwasser auf $2\frac{1}{4}$ gebracht. Der Rückstand war nicht entzündbar. (*Philosophical Transactions* Vol. LXXX. P. I. *Gren's* Journ. d. Physik B. III. S. 247. ff. *Scherer's* allg. Journ. d. Chemie B. I. S. 125.)

Hopson schreibt an *v. Crell* (chemische Annalen 1790 B. II. p. 420) Dr. *Austin* habe durch Behandlung der schweren brennbaren Luft mit electrischen Funken gefunden, daſs dieselbe Stickluft enthalte, und daſs sich bei der Einwirkung der Electricität flüchtiges Alkali bilde, wenn man dieses wenigstens aus den Veränderungen des blauen Papiers schlieſsen dürfe.

Van Marum fand, daſs dies aus Weingeist durch Vitriolöl entbundene Gas durch electrische Funken in seinem Volumen sehr vermehrt wurde, seine Brennbarkeit verlor, und mit gemeiner Luft beim eudiometrischen Versuche keine Verchluckung zeigte. (*Voits* Magazin f. d. Neueste aus der Physik etc. B. V. St. 2. S. 131.)

Die Holländischen Chemiker fanden, daſs das kohligölichte Gas durch die electrischen Erschütterungen die Eigenschaft verliere Oel zu geben, und zugleich im Umfange vermehrt werde, ohne das Geringste von Oel abzusetzen. (*Crells* chemische Annalen 1795 B. II. p. 439.)

Henry sagt, wenn man durch gesperrtes Kohlenstoff-Wasserstoffgas zu wiederholten Malen den electrischen Funken leite, so werde das Wasser, welches das Gas aufgelöſst hatte, durch die Kohle zersetzt, die einen Bestandtheil desselben ausmache; es bilde sich Kohlensäure und das Wasserstoffgas erhalte einen Zuwachs. Der Umfang nehme daher in diesem Versuche beträchtlich zu, woraus sich ergebe, daſs die Verwandschaft der Kohle zum Sauerstoff durch die electrische Flüssigkeit verstärkt und wirksamer gemacht werde. (*Scherers* allgem. Journ. d. Chemie B. V. p. 447.)

Als derselbe kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, das mehrere Tage mit getrocknetem kaustischen Kali in Berührung gewesen war, electrisirte, so wurde es noch um $\frac{1}{6}$ seines Volumens ausgedehnt. (*Berthollet's Observat. sur le charbon Wolffs* Annal. der chem. Litteratur I. p. 260; *Gilberts* Annalen der Physik B. II. S. 194.)

Kohlenwasserstoffgas, durch das man electrische Funken schlagen läſst, dehnt sich, auch wenn es mit keinem andern Metalle als Gold in Berührung ist, bis auf etwas mehr als das Doppelte seines Inhalts, dann aber nicht weiter aus. (*Gilbert's* Annal. B. XIII. p. 140).

d) Kohle, Wasserstoffgas und Galvanismus.

v. Humboldt wollte bemerkt haben, daſs bei Vergleichung der Galvanischen Versuche mit Fröschen im gekohlten Wasserstoffgas, mit denen die in der atmosphärischen Luft angestellt waren, keine Erhöhung oder Verminderung der Erregbarkeit zu bemerken sei (*Trommsdorff's* systematisches Handbuch der gesammten Chemie, B. V. p. 31). Auch *van Marum* behauptet, (*Gilbert's* Annal. der Physik, B. X. p. 154; *Trommsdorff's* Journal der Pharmacie, B. XI, Stück 1, p. 177.) die Spannung, Erschütterung und Funken der Voltaischen Säulen wären im Kohlenstoff- Wasserstoffgas denen in der atmosphärischen Luft völlig gleich. *Davy* hingegen fand, (*Trommsdorff's* angef. Handbuch, B. V. p. 68) daſs gekohltes Wasserstoffgas sich gegen die Säule wie reines (von Luft befreietes) Wasser verhalte.

e) Kohle, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas.

Als *Rouppe* und *v. Noorden* im Sauerstoffgas über Quecksilber ein Bierglas voll Holzkohlen, die mit Wasserstoffgas geschwängert waren, brachten, stieg das Quecksilber, und es bildeten sich Wassertropfen. Die Operation ging geschwinder und mit gröſserer Raumsverminderung von Statten, als in gemeiner Luft (*Scherer's* allgem. Journal der Chemie, B. III. p. 307; *Gilbert's* Annal. der Physik, B. II. p. 366; *Hildebrandt's* Encyclop. der Chem. Th. I. Heft 6. p. 1107).

Kohlensäure und Wasserstoffgas.

Wenn Wasserstoffgas und kohlensaures Gas mit einander in ein Gefäſs eingesperrt werden, so bleiben beide ungeändert; man kann das letztere wieder mit Kalkwasser wegwaschen, und es bleibt bloſses *gas hydrogène* übrig. Auch Erhöhung der Temperatur bewirkt keine Zerlegung (*Hildebrandt's* Encyclop. der Chemie, Th. I. p. 254).

Cavallo sagt: (Abhandl. über die Natur und Eigenschaft. der Luft, aus dem Engl., Leipzig 1783. p. 610) entzündliche Luft verbinde sich mehrere Wochen hindurch nicht mit fixer Luft, doch scheinen beide auf einander zu wirken, wenn man sie sehr lange beisammen lasse; aber diese Wirkung sei bisher noch nicht hinreichend untersucht worden.

Priestley bemerkt, (Versuche und Beobacht. über verschied. Gattungen der Luft, Th. I. aus dem Engl. p. 61.) alle Methoden, die er versucht habe, die Mischung der fixen Luft mit der entzündbaren zu veranstalten, seien unwirksam gewesen. Ein Gemenge von gleichen Theilen beider Gasarten, das er beinahe 3 Jahre aufbewahrt hatte, zeigte, als er am 27ten Aprill 1771 untersuchte, folgende Erscheinungen: Eine Portion desselben hatte er in Quecksilber, die andere aber in einer mit Kork und etwas Wasser verschlossenen Flasche stehen lassen; als er letztere unter dem Wasser öffnete, drang das Wasser sogleich hinein, und füllte die Flasche beinahe zur Hälfte; das übrige, was nachher noch vom Wasser absorbirt wurde, betrug eben nicht viel. Die ganze Quantität der Luft, die schlechterdings ihre Elasticität verloren haben mufste, betrug zehn Mal mehr, als das Volumen des Wassers. Die Flasche, die sich in Quecksilber befand, hatte sehr wenig von ihrer ersten Masse verloren. Als er sie unter dem Wasser öffnete, und sie so neben einer andern Flasche stehen liefs, die er seit 3 Jahren halb mit entzündbarer, und halb mit fixer Luft gefüllt hatte: so zeigte es sich, dafs beide Portionen von dem Wasser, das die Luft absorbirt hatte, in demselben Verhältnisse waren vermindert worden. Als er ein Licht vor die Mündung der Flasche hielt, die er drei Jahre hindurch in Quecksilber aufbewahrt hatte, so erschöpfte sich die Luft mit der ersten Explosion, gerade so, wie sie es würde gethan haben, wenn die Luft in der Flasche ein Gemisch von gemeiner und entzündbarer gewesen wäre. Als er nachher gleiche Theile von beiden, in der nemlichen Flasche vermengt, einige Tage im Wasser stehen liefs, damit das Wasser die fixe Luft verschlucken möge, und er hierauf ein Licht zu ihr brachte, so erhielt er 10 bis 12 Explosionen (wenn er die Flasche nach jeder Explosion zuhielt), ohne dafs ihre Entzündbarkeit vollkommen erschöpft worden wäre. Die Luft aber, die er in der mit Kork verschlossenen Flasche gesperrt hielt, gab eben so viel Explosionen, als eine frische Mischung dieser Luftgattungen zu gleichen Theilen in der nemlichen Flasche. Er stellte übrigens den Versuch auch sogleich an, als die fixe Luft wie zuvor verzehrt worden war. Er schliefst hieraus, dafs die beiden Luftgattungen nicht im Geringsten auf einander gewirkt hatten.

Dafs beide Luftgattungen sich nicht verbinden, behauptet auch *Kratzenstein* (Vorlesungen über Experimental-Physik, Copenhagen 1787, p. 105).

Lavoisier sagt: (phys. chem. Schriften, B. IV, aus dem Französischen von Link, p. 270) die fixe und brennbare Luft könnten sich in allen Proportionen mischen.

Fourcroy erzählt, (chemische Beobacht. und Versuche, aus dem Franz. von Hebenstreit, Leipzig 1785, p. 166), wenn man sieben Theile reine brennbare Luft mit einem Theile Luftsäure vereinige, so erhalte die Mischung einige Eigen-

Eigenschaften der Sumpfluft. Setze man weniger Luftsäure hinzu, so werde die Veränderung unmerklich; die Mischung sei allezeit, obschon nur in geringem Grade brennbar 1), wenn man einen Theil brennbare Luft mit sieben Theilen Luftsäure versetze; acht Theile Luftsäure und ein Theil brennbare Luft geben eine Mischung die nicht mehr brennbar ist; übrigens nehme er hier nur das mittlere Verhältnifs an, weil überhaupt alles von der Reinigkeit der brennbaren Luft und der Luftsäure abhänge, welche beide mehr oder weniger mit atmosphärischer Luft vermischt sein können. Hier setze er voraus, dafs man die Luftsäure sowohl, als die brennbare Luft in ihrem möglichst reinen Zustande vor sich habe.

Derselbe liefs bestimmte Quantitäten von brennbarer 2) Luft und Luftsäure 3) in einen gemeinschaftlichen Recipienten übergehn. Bei der Vermischung waren weder Wärme, noch Dämpfe, noch Bewegung, noch sonst ein auffallendes Phänomen wahrzunehmen. Das Gemenge war etwas schwerer als gemeine Luft.

De la Metherie (über reine Luft u. s. w. teutsche Ausgabe, B. I. p. 218) sagt, die Luftsäure werde durch die brennbare nur in dem Augenblicke verändert, als letztere sich abscheide; denn nachher wirke sie nicht mehr auf gleiche Art auf die Luftsäure; er habe gleiche Theile Luftsäure und brennbare Luft gemischt, und über Quecksilber erhalten, das hinein gebrachte Kalkwasser sei nachher eben so niedergeschlagen, und der Rückstand eben so entzündlich gewesen, als gleich nach der Vermengung; als er jedoch die Mischung im Eudiometer geprüft habe, habe er einen beträchtlichen Rückstand erhalten.

Saussure bemerkt, (Gilbert's Annal. B. XIII. p. 134) er habe ein Gemisch aus gleichen Theilen von kohlensaurem Gas und Wasserstoffgas, das ein Jahr lang über Quecksilber gestanden hatte, vermindert gefunden, und als er das rückständige kohlensaure Gas durch Kali habe absorbiren lassen, und dann das Hydrogengas durch Sauerstoffgas verbrennen lassen, habe sich etwas kohlensaures Gas gebildet, doch seien die Resultate so wenig merkbar gewesen, dafs sie mehr Vermuthung als Facta hätten an die Hand geben können.

Wird kohlensaures Gas mit Kohlenstoff haltendem Wasserstoffgas vermischt, so wird letzteres dadurch weniger brennbar, erleidet aber keine Veränderung (*Fourcroys Système des Connaissances chimiques*, II. p. 37; Thomson's System der Chemie, T. II. p. 48).

Kohle, Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Feuer.

Dietrich fand, dafs ein Gemisch von dephlogistisirter und Sumpfluft mit einer lebhaften und weifsen Flamme brannte (*Encyclop. méthod. Chim.* T. III. p. 495). Dieses Gemisch setzt beim Verbrennen in verschlossenen Gefäfsen

1) *Brennbar heifst hier nur fähig beim Zutritt der atmosphärischen Luft zu brennen.*
2) Aus Eisen und Vitriolsäure bereitet.
3) Aus Kreide durch Vitriolsäure.

Wasser und Kohlensäure ab. (Cruikshank in Crell's Annal. Jahr 1802. B. I. p. 276; Fischer's phys Wörterb. B. II. p. 617 u. 621; Scherer's Darstellung der chem. Unters. der Gasarten, p. 34; Thomson's System der Chemie, Uebersetz. von Wolff, B. I. p. 78; *de la Metherie* II. p. 474). Das Verbrennen geschieht mit Explosion (bei Thomson a. a. O. p. 78). *Fischer* sagt: (phys. Wörterb. B. II. p. 620) ein Theil dieses brennbaren Gas mit 4 Theilen Lebensluft vermischt, gebe eine Explosion, die aber der beim Abbrennen des reinen brennbaren Gas mit der gehörigen Menge Lebensluft an Stärke und Heftigkeit nie gleich komme. *Halle* bemerkt, (Magie I. p. 419) wenn man dephlogistisirte Luft mit der brennbaren Bohnenluft vermische, und das Gemisch anzünde, so sei der Knall entsetzlich.

Nach *Cruikshank* (Scherer's allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 384; Crell's chem. Annl. Jahr 1802. B. I. p. 240.) erfordert das reine gekohlte Wasserstoffgas beim Verbrennen nicht weniger als 3,5 reines Sauerstoffgas zur Sättigung, und sind die Produkte 2.25 kohlenstoffsaures Gas und Wasser.

Derselbe hat folgende Tabelle über das, was beim Verbrennen der verschiedenen Arten des Kohlenstoffwasserstoffgas vorgeht gegeben. (S. Crell's chem. Annal. Jahr 1802. B. I. p. 279).

Gasarten.	Gewicht von 100 Kubikz. oder Maafs.	Menge von Sauerstoffgas die zur Sättigung von 100 Maafs Luft erfordert wird.		Kohlensäure.		Erzeugtes Wasser.	Im Gas aufgelöfstes Wasser.
	Gran.	Maafs.	Gran.	Maafs.	Gran.	Gran.	Gran.
Reines aus Kampfer erhaltenes gekohltes Wasserstoffgas.	21	176	59,8	116	54,5	18	8 bis 9
Eben dasselbe aus Aether.	20	170	58	108	50,5	18	9
Eben dasselbe aus Alcohol.	16	118	40	75	36	13	7
Eben dasselbe aus zerstofsener Kohle.	14,5	66	22,4	40	19	9	9

Clement und *Desormes* bemerken, dafs, wenn man den gekohlten Wasserstoff durch den Sauerstoff zu verbrennen suchet, und die Quantität, die man dazu nimmt, nicht hinreichend ist, um die Kohle und den Wasserstoff ganz zu verbrennen, die Kohle allein verzehrt wird, und man alsdann eine Vermehrung des Volumens, welche zuweilen mehr als $\frac{1}{3}$ beträgt, erhält (Crell's chem. Annal. Jahr 1801. B. II. p. 477).

Nach Ebendenselben erforderten 100 Theile gekohlten Wasserstoffs, den man beim Durchstreichen der Alkoholdämpfe durch eine rothglühende eiserne, Kohle enthaltende, Röhre erhalten hatte, zur Verbrennung mit Sauerstoffgas 33 Theile vom letztern, und gaben 25 Kohlensäure, (bei Crell a. a. O. p. 475; Scherer's allgemeines Journal, B. VII. p. 355). 100 Theile des Gas aber, welches durch 7 bis 8 Mal vorgenommenes Durchstreichen von Wasserdämpfen durch in einer rothglühenden eisernen Röhre enthaltene Kohle, angefertigt war, erforderten in einem ersten Versuche 48 Theile Sauerstoffgas, und gaben 17 Kohlenstoffsäure, in einem zweiten aber 49 Theile Sauerstoffgas, und gaben 21 Theile Kohlensäure (a. a. O.)

Die Holländischen Chemisten bemerkten, dafs zu der Detonation der verschiedenen Arten des gekohlten Wasserstoffgas sehr verschiedene Mengen Sauerstoffgas nöthig sei; so erfordere dasjenige Gas, welches aus schwarzem Eisenoxyde und Kohle erhalten werde 1), eine nur geringe Menge Sauerstoffgas; das aus thierischen Substanzen gewonnene eine ungleich gröfsere Menge; das hingegen, welches aus Schwefelsäure und Alcohol erhalten wird, erfordere wohl doppelt so viel Sauerstoffgas, als seine Menge betrage, wenn es in Kohlensäure und Wasser zerlegt werden soll. Wurden $1\frac{1}{2}$ Theile von letzterem gegen 2 Theile Sauerstoffgas genommen, so verband sich ein Theil des in denselben enthaltenen Wasserstoffs mit dem Sauerstoff zu Wasser; wobei ein beträchtlicher Antheil Kohle abgesetzt, und eine grofse Ausdehnung des Gas hervorgebracht wurde, (Wolff's Annal. der chem. Litteratur, B. I. p 391).

Henry fand, dafs der nach Entzündung des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas mit wenig Sauerstoffgas gebliebene Rückstand nicht blos Wasserstoffgas war, sondern auch kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas enthielt (Scherer's allgem Journ. B. I. p. 127).

Aus Versuchen, die *Berthollet* mit diesem Gas, das er mit Kalkwasser, und nachher noch mit einer schwachen alkalischen Lauge gewaschen hatte, machte, ergab sich, dafs bei der Verpuffung mit Sauerstoffgas 2) 100 Theile

1) *Das Kohlenstoffoxydgas der Herren* Cruikshank, Clement, Desormes *und Anderer, dessen Verschiedenheit vom gekohlten Wasserstoffgas, als Gattung betrachtet, die* Holländer *aber nicht anerkennen.*

2) Das aus oxygenirtsalzsaurem Kali mit Vorsicht gezogen war.

des ölgebenden Gas der Holländer 180 Theile kohlensaures bildeten, und dazu 280 Theile Sauerstoffgas erforderten. (Scherer's allgem. Journal der Chemie, B. X. p. 606).

Derselbe bemerkt, (a. a. O. p. 610) er habe nicht mit strenger Genauigkeit die Menge des Sauerstoffs bestimmen können, die beim Verbrennen des durch eine glühende Glasröhre getriebenen ölgebenden Gas absorbirt wurde, weil es sich bei seinem Versuche Trotz der angewandten Vorsicht mit etwas atmosphärischer Luft vereint gehabt habe; doch nähere sich die folgende Angabe sehr der Wahrheit:

100 Cubikzoll dieses Gas erfordern 140 Cubikzoll Sauerstoffgas, und geben 70 Cubikzoll kohlensaures.

100 Cubikzoll des Kohlenwasserstoffgas, welches erhalten wird, wenn man Dämpfe von Alcohol durch eine glühende Glasröhre streichen läfst, erforderten bei *Berthollets* Versuchen 140 Cubikzoll Sauerstoffgas zur Verbrennung, und gaben 90 Cubikzoll kohlensauren Gas.

Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas und Feuer.

Nach *Clement* und *Desormes* setzt eine Mischung aus gleichen Quantitäten des Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas, wenn sie durch eine rothglühende Glasröhre geht, ihre Kohle auf die Wände der Röhre ab, welche, da die Wände beinahe fliessend sind, eine Verbindung eingeht, und ein Email von einer prächtig schwarzen Farbe bildet, das sich aber nur an der Oberfläche zeigt. Es bildet sich Wasser, und es entweicht ein Uebermaafs von Wasserstoff, welcher ihnen keine Kohle zu enthalten scheint, weil er wie der reine Wasserstoff brennt. (Crell's Annal. für 1801. B. II. p. 48; Thomsons System der Chemie, Wolff's Uebersetzung, B. I. p. 712; *Journal de Physique*, LV. 396; Scherer's allgemeines Journ. der Chemie, B. VII. p. 360). Allein *Saussure*, der diesen Versuch wiederholte, überzeugte sich, dafs die einem Email ähnliche Kohle nichts anders als die schwarze oder vielmehr bläulichte Farbe sei, die das Flintglas annimmt, wenn es in der Glühhitze mit Wasserstoffgas in Berührung ist, ein Phänomen das schon früher von *Priestley* bemerkt worden war. (bei Thomson a. a. O. p. 712).

Gekohltes Wasserstoffgas, Kohlensäure und Feuer.

Als *Fourcroy* (Versuche und Beobachtungen, aus dem Französ. durch Hebenstreit, p. 162) ein brennendes Licht in ein Gemisch aus Sumpfluft und

Kohlensäure brachte, so entzündete sich dasselbe sogleich, aber langsamer als reine brennbare Luft, und brannte mit einer blaulichten Flamme ab. 1) Das Brennen ging langsam und schichtweise vor sich, bis auf den Boden des das Gemisch enthaltenden engen Recipienten. Er glaubt, daraus, dafs die Luft in ihrer ganzen Masse und an allen Orten des Gefäfses blau brannte, schliefsen zu können, dafs hier wirklich der Anfang einer innigen Verbindung Statt fand. Drei Theile des Gemisches mit einem Theile dephlogistisirter Luft aus rothem Präcipitat entzündeten sich bei Annäherung einer Flamme schneller, aber ohne zu verpuffen. Er erinnert indessen, dafs das Gemisch nach Maafsgabe der Art, wie es bereitet worden, verschiedene Beschaffenheit zeige, dafs, wenn man die entzündliche Luft zuerst hinein lasse, und die Luftsäure in den Recipienten erst nachtrage, keine so innige Vermischung geschehe, die brennbare Luft sich alsdann leichter entzünde, und immer auf dem Boden des Gefäfses etwas Luftsäure zurück bleibe; lasse man aber die Luftsäure zuerst, und erst nach derselben die brennbare Luft in den Recipienten gehen, so verbinden sich beide Luftarten viel genauer, und die daraus entstandene Mischung sei weit weniger brennbar.

Nach *de la Metherie* (über reine Luft, Th. II. p. 169) brennt die mit fixer Luft vermischte entzündliche, mit blauer Flamme, und ohne zu verpuffen.

Clement und *Desormes* wollen dadurch, dafs sie ein Gemisch aus Wasserstoffgas und Kohlensäure durch eine stark erhitzte Porcellanröhre streichen liefsen, Wasser und oxydirtes Kohlenstoffgas erhalten haben. (Journal der Pharmacie, von Trommsdorff, B. XI. Stück 2. p. 199).

Kohle, Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Electricität.

Als *Priestley* ein Gemenge aus einem Maafse eines aus Holzkohle dargestellten gekohltem Wasserstoffgas, von dem er die fixe Luft durch Kalkwasser geschieden hatte, und einem Maafse dephlogistisirter Luft durch den electrischen Funken entzündet hatte; so fand er darauf, dafs die zurückgebliebene Luft das Kalkwasser sehr trübte. (Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturl. aus dem Englischen, B. III. p. 84.)

Als Dr. *Higgins* 5,5 Maafse entzündbarer Luft aus Blättererde durch Hülfe des electrischen Funken mit 7,5 dephlogistisirter Luft abbrannte, erhielt er 5 Maafse fixer Luft.

1) *Es ist offenbar, dafs sich hier in das Gemisch ein Antheil atmosphärischer Luft eingeschlichen haben mufs, denn beide das Brennen unterdrückende Gasarten können bei ihrer Vermischung keine das Brennen unterhaltende bilden.*

Austin beobachtete, dafs, wenn bei seinen Versuchen über die Entzündung eines Gemenges der schweren entzündbaren Luft 5 Maafse fixer Luft gebildet wurden, sehr nahe 5 Maafse entzündbarer und 7 dephlogistisirter verschwanden, doch bemerkt er, dafs bei dem Abbrennen der verschiedenen Arten der entzündbaren Luft auch Verschiedenheit in den Resultaten entstehn.

Er vermischte $4\frac{3}{4}$ Maafs schwerer entzündlicher Luft aus essigsaurem Kali mit $7\frac{1}{4}$ Maafs dephlogistisirter in einer krummgebogenen Glasröhre, die $\frac{1}{5}$ Zoll im Durchmesser hatte, an beiden Enden offen, und mit Quecksilber gesperrt war, und an der jedes Maafs $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. Er electrisirte das Gemenge; der Rückstand betrug etwas mehr als $6\frac{1}{5}$ Maafs, und wurde durch Kalkwasser auf weniger als $2\frac{1}{2}$ Maafs gebracht. In dem Rückstande brannte ein Licht mit vergröfserter Flamme, wie in dephlogistisirter Luft.

Derselbe brachte in eben die Röhre $3\frac{1}{7}$ Maafs derselben entzündbaren, und $5\frac{2}{7}$ dephlogistisirter Luft. Sie wurden durch die Entzündung auf $5\frac{1}{7}$, und hernach durch Kalkwasser auf $2\frac{1}{7}$ gebracht.

Eben so brannte er in derselben Röhre $2\frac{3}{4}$ Maafs der entzündbaren, und 4,58 M. der dephlogistisirten Luft ab. Der Rückstand betrug $4\frac{1}{4}$ Maafs, und wurde durch Kalkwasser auf $2\frac{1}{6}$ M. gebracht.

Bei dem Verbrennen von einem Gemenge von $2\frac{5}{8}$ M. entzündbarer, und 4,17 M. dephlogistisirter Luft wurde dasselbe auf nahe 4,1, und hierauf durch Kalkwasser auf 1,75 reducirt Als jetzt ein M. Salpeterluft hinzu gelassen wurde, war der Rückstand 1,5.

$4\frac{1}{2}$ Maafs entzündbarer, und $6\frac{1}{2}$ M. dephlogistisirter Luft gaben nach dem Verbrennen nur $5\frac{1}{2}$ M. Der Rückstand wurde durch kaustisches Kali bis auf 2 und etwas weniges darüber vermindert, und war nicht entzündbar. (Grens Journ. der Physik, B. III. p. 249 ff.)

Berthollet stellte mehrere Versuche über die Menge von Lebensluft, welche verschiedene Arten der schweren brennbaren Luft bei ihrem Verbrennen durch den electrischen Funken verzehren, so wie die Menge von fester Luft, die sie hervor brachten, und den Rückstand an. Bei seiner Schätzung zog er die Menge jeder Art von entzündbarer Luft, die er auf 100 Maafse Lebensluft nöthig hatte, und berechnete bei derselben die Menge des Rückstandes nicht, die bei allen Arten der geprüften Luftarten, die Sumpfluft ausgenommen, die ihm deutliche Anzeigen von phlogistisirter Luft gab, dieselbe war. Um diese Verhältnisse zu erhalten, brachte er gleiche Theile von der entzündbaren Lebensluft in ein Eudiometer, und setzte nach und nach von der entzündbaren, die er prüfen wollte, hinzu, bis er endlich durchs Verknallen einen geringen Rückstand erhielt, und schlofs daraus auf die Verhältnifse für 100 M. Bei der Berechnung nahm er aber die Zahlen, die den ganzen Zahlen, und den Zehn-

theilen zunächst waren, und liefs kleinere Brüche weg. Hier ist z. B. das von ihm angegebene Detail von einem seiner Versuche:

4 Maafs entzündbarer Luft durch Destillation aus der Seide gezogen, und durch Kalkwasser ihrer festen Luft beraubt, mit drei Maafs Lebensluft aus rothem

Präcipitate fielen nach dem Entzünden	Maafs.	hielten also an fester Luft
auf	6,6	0,6.
wovon nach dem Schütteln übrig blieben	6.	
Nachdem noch ein Maafs Lebensluft zugegesetzt war, und nach dem Verpuffen .	4,3;	0,5.
nach dem Schütteln	3,8	
Noch ein Maas Lebensluft	3;	1,3.
nach dem Schütteln	1,7	
Noch ein Maafs Lebensluft	2,1;	0,8.
nach dem Schütteln	1,3;	
Auf ein Maafs entzündbarer Luft wirkt der electrische Schlag nichts.		
2 Maafs Lebensluft	2,8;	1.
nach dem Schütteln	18;	
Auf ein Maafs Lebensluft wirkte der electrische Schlag nichts.		
Ein Maafs entzündbarer Luft	2,4;	1,1.
nach dem Schütteln	1,3;	
Die verbrauchte Menge von entzündbarer Luft	6.	
von Lebensluft	9.	
Zusammen	15.	
Der Rückstand betrug	1,3.	
Die Abnahme	13,1.	
An fester Luft hervorgebracht	5,3.	

Hieraus schlofs er, dafs bei gleichen Verhältnifsen, sowohl was die Menge von Lebensluft und entzündbarer, als was die Produkte und Rückstände betrifft, 1000 Maafs der Mischung aus

entzündbarer Luft 40.
Lebensluft 60.

geben würden an Rückstand 8,6
abnehmen würden um . . 91,4;
erzeugen würden an fester
Luft 35,4.

So errichtete er denn folgende Tabelle, auf der alles nach Maafsen gerechnet ist.

Art der entzündbaren Luft.	Verhältnifs. entzündbare Luft.	Lebensluft.	Rückstand.	Abnahme.	erzeugte feste Luft.
Aus Sümpfen.	40	60	16	84	29
Aus Kohlen.	42	58	6,7	93,3	25
Aus Seide.	40	60	8,6	91 4	35,4
Aus Zuker.	50	50	5.	95	40
Aus Oel.	43	57	8,5	91,5	53,5

Hieraus leitete er weiter die Menge jeder Art entzündbarer Luft, welche 100 Maafs Lebensluft erfordern, und die Menge von fester Luft, die sich nach dem Verpuffen zeigen würde, ab, liefs aber bei dieser Rechnung den Rückstand ausser Acht, weil er glaubte, es würde derselbe etwa, die Sumpfluft ausgenommen, diese Verhältnisse wenig ändern, weil er noch aus einem Theile entzündbarer und Lebensluft bestehe, und einen Theil phlogistisirter enthalte, der immer in der Luft aus rothem Präcipitate stecke, 1) und ein Theil derselben aus dem Wasser komme, weil das Verpuffen einen luftleeren Raum mache, und die sich um desto mehr entwickeln müsse, je länger man um die feste Luft abzuscheiden, die Luft über dem Wasser schütteln, und je öfter man die Arbeit wiederholen müsse.

Auf

1) *Man sehe hier bei Quecksilber und Sauerstoffgas nach.*

Auf hundert Maas Lebensluft werden von ihm erfordert			Und dabei feste Luft hervorgebracht	
von Sumpfluft	66,7	Maas;	48,3	Maas.
— Luft aus Kohlen	72,4	—	43,1	—
— — — Seide	66,7	—	59	—
— — — Zucker	100	—	80	—
— — — Oel	75	—	93,8	—

(Crell's chemische Annalen J. 1791 B. II p. 272.)

Clement und *Desormes* fanden, daſs 100 Theile des durch Zersetzung des Alkohols, den man in Dämpfen durch eine glühende eiserne Röhre streichen lieſs, gewonnenen kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas zum Verbrennen 33 Theile Sauerstoffgas erforderten, und 25 Theile kohlensaures Gas bildeten; bei einem andern Versuche 100 Theile desselben Wasserstoffgas 48 Sauerstoffgas erforderten, und 17 Theile Kohlensäure gaben; bei einem dritten Versuche verzehrte dieselbe Menge desselben Wasserstoffgas 49 Theile Sauerstoffgas, und lieferte damit 21 Theile kohlensaures Gas. (Wolff's Annalen der chemischen Litteratur B. 1 p. 372.)

Henry machte verschiedene Versuche über diesen Gegenstand:

Erster Versuch.

In einer verbogenen Glasröhre wurden im Quecksilberapparate 94,5 Maase kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas aus essigsaurem Kali mit 107,5 Maasen Sauerstoffgas 1) vermengt. Die ganze Menge von 202 Maasen wurde durch eine Explosion auf 128,5 reducirt, und nachmals durch Kalkwasser bis zu 54 gebracht. Die Schwefelalkaliauflösung verminderte diese Quantität noch bis auf 23 Maase.

Zweiter Versuch.

Dieselbe Quantität des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas wurde durch wiederholte electrische Erschütterungen bis zu 188 Maasen expandirt; das ausgedehnte Gas zu verschiedenen Zeiten mit 392,5 Maasen Sauerstoffgas entzündet. Der Rückstand nach den verschiedenen Explosionen betrug 203 Maase. Durch Kalkwasser wurden diese auf 128,5, und durch Schwefelalkali ferner bis auf 19,5 zurückgebracht.

Da er fand, daſs nach dem ersten Versuche sowohl, als nach mehreren ähnlichen, das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas eine beträchtliche Menge Stick-

1) Dieses war aus oxydirt salzsaurem Kali erhalten, und sehr rein.

stoffgas zu enthalten schien, so unterwarf er aufs Neue eine Quantität essigsaures Kali der Destillation, und verhütete, so viel als möglich, den Zutritt der atmosphärischen Luft.

Dritter Versuch.

340 Maase des Wasserstoffgas wurden mit der gehörigen Menge Sauerstoffgas entzündet. Die Quantität der hervorgebrachten Kohlenstoffsäure betrug 380 Maase, und der Rückstand an Stickstoffgas 20 Maase.

Vierter Versuch.

Dieselbe Quantität, bis zu 690 Maasen expandirt, gab nach dem Verbrennen 380 Maase Kohlenstoffsäure, und hinterliefs 19,8 Maase.

Fünfter Versuch.

315 Maase vorher nicht electrisirten kohlenhaltigen Wasserstoffgas gaben nach der Verbrennung 359 Maase Kohlensäure und 18,5 Maase Stickstoffgas.

Sechster Versuch.

Dieselbe Quantität bis zu 600 Maasen expandirt, lieferte dieselbe Quantität kohlenstoffsauren und Stickstoffgas.

Siebenter und achter Versuch.

408 Maase des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas, die durch Expansion von 200 Maasen erhalten worden waren, gaben eben so viel Kohlenstoffsäure, als 200 Maase des nicht electrisirten; auch betrug die Quantität des Stickstoffgas in beiden völlig gleichviel.

In einigen Versuchen, welche er mit dem ersten Antheile des Gas anstellte, bemerkte er Niederschlag und Bildung von Ammoniak sehr auffallend; nie aber bemerkte er beides während dem Electrisiren des Gas, welches er nachher bereitete. (Scherer's allgem. Journ. der Chemie B. I p. 129 ff.)

Als *Cruikshank* zwei Maase des von seiner Kohlenstoffsäure gänzlich gereinigten gekohlten Wasserstoffgas, das aus dem arabischen Gummi erhalten war, mit anderthalb Maasen reinen Sauerstoffgas in einer starken Glasglocke vermengt, und mit Quecksilber gesperrt hatte, und darauf electrische Funken durchschlagen liefs, so wurde der ganze Luftraum auf ein Maas reducirt, und dieses durch Kalkwasser bis auf einen kleinen Antheil absorbirt, der sich bei der Prüfung mit Salpetergas wie reine Luft verhielt. Aus mehreren Versuchen ergab sich, dafs zwölf Maase Sauerstoffgas zehn Maase Kohlensäure hervorbrachten (bei Scherer a. a. O. B. III p. 290). Derselbe bemerkt (bei Scherer a. a. O. B. VII p. 384), es sei eine der merkwürdigsten Eigenschaf-

ten des Kohlenstoff-Wasserstoffgas, dafs, wenn es mit zwei Drittheilen seines Volums, oder noch etwas mehr, Sauerstoffgas gemengt, und durch den electrischen Funken entzündet werde, eine beträchtliche Volumsvermehrung Statt findet, obgleich Kohlenstoffsäure gebildet wird. Folgendes ist das mittlere Resultat verschiedener von ihm in dieser Rücksicht angestellter Versuche.

Sechs Maas Kohlenstoff-Sauerstoffgas wurden mit 4,5 Maasen reines Sauerstoffgas gemengt, in ein starkes Gefäfs über Quecksilber gebracht, und durch den electrischen Funken entzündet. Das Volum des Gas hatte sich nach der Explosion, welche sehr heftig gewesen war, bis zu 12,75 Maasen vermehrt. Als er Kalkwasser hinzubrachte, ward es schnell trübe, und es entstand eine Absorbtion von etwas mehr als zwei Maasen. Das zurückbleibende Gas betrug 10,5 Maase, und man konnte darin durch Salpetergas nicht die geringste Spur von freiem Sauerstoff entdecken. Zwei Maase dieses rückständigen Gas, welches mit einem Maase Sauerstoffgas abgebrannt worden, hatten nach dem Verbrennen kein gröfseres Volum als ein Maas, welches völlig reines kohlenstoffsaures Gas war. Der ganze Rückstand würde also ohngefähr 5,25 Sauerstoffgas zur Sättigung erfordert, und 5 Maase kohlenstoffsaures Gas erzeugt haben. Er änderte den Versuch auf mannichfache Weise ab, erhielt aber immer dieselben Resultate (bei Scherer a. a. O. p. 354).

Als die Holländischen Chemiker durch ein Gemenge aus einem Theile Sauerstoffgas und drei Theilen Kohlenstoff-Wasserstoffgas aus thierischen Körpern, den electrischen Funken durchschlagen liefsen, so erfolgte keine Entzündung; um diese zu bewirken, mufsten sie eine weit gröfsere Menge hinzufügen. Ein Gleiches erfuhren sie mit einer andern Art Kohlenstoff-Wasserstoffgas. Mit keinem aber war der Erfolg, besonders wegen der dabei bemerkten Erscheinungen, ihnen auffallender, als mit dem ölbildenden Kohlenstoff-Wasserstoffgas. Um die Menge des Sauerstoffgas zu bestimmen, welche erfordert wird, um diese Gasart vermittelst des electrischen Funkens zu entzünden, vermischten sie zwei Theile derselben mit einem Theile Sauerstoffgas. Der electrische Funken zeigte keine Wirkung. Sie veränderten die Proportion in anderthalb Theile zu zwei Theilen, und nun erfolgte durch den ersten Funken eine Entzündung, wobei sich eine solche Menge Kohle an der innern Seite des Glases ansetzte, dafs das Glas ganz undurchscheinend und schwarz wurde. Sie dachten übrigens gar nicht an eine Ausdehnung, die das Gas dadurch erlitten haben könnte, öffneten demnach den Hahn der gläsernen Kugel, in der die Entzündung vorgenommen war, unter Wasser, in der Absicht, das Wasser in die Kugel hinaufsteigen zu lassen; sehr grofs war daher ihre Verwunderung, als sie sahen, dafs bei der Oeffnung des Hahns die Luft mit Gewalt hinausgetrieben wurden, und zwar in so grofser Menge, dafs sie beschlossen, den Ver-

such mit der möglichsten Vorsicht zu wiederholen, die Luft jedoch, die in der Kugel noch zurückgeblieben war, zu untersuchen. Durch einen Theil derselben, den man in Kalkwasser aufsteigen liefs, ward letzteres nicht getrübt; Ammoniak zeigte keine Wirkung darauf, eine Wachskerze entzündete sie indessen unter denselben Umständen, als das gewöhnliche Kohlenstoff-Wasserstoffgas aus Kohle. Auch fanden sie durch oxydirt salzsaures Gas, dafs die Luft die Eigenschaft, Oel zu bilden, verloren hatte. (Bei Scherer a. a. O. B. IX p. 271 f.; Crell's chemische Annalen für 1802, B. II p. 36 ff.) Als sie den Versuch, in der Absicht, genau die Ausdehnung, die das Gas erleiden würde, zu messen, wiederholten, war das Resultat dem des erstern Versuches vollkommen gleich. Die abgesetzte Kohle machte die Wände der Kugel vollkommen dunkel, und die Ausdehnung war so stark, dafs, ohngeachtet ein Theil des Wasserstoffs verdichtet worden war, das Gas fast immer noch einmal so grofsen Raum einnahm. Dieses Gas wirkte, wie das erste, durchaus nicht auf Kalkwasser, wurde nicht durch Ammoniak verdichtet, brannte auf dieselbe Art, als das aus Kohlen erhaltene gekohlte Wasserstoffgas, und wurde, mit Sauerstoffgas verbunden, bis auf ein Drittheil vermindert, u. s. w. (Bei Crell a. a. O. B. II p. 38.)

Als *Berthollet* das nach Vorschrift der Holländischen Chemiker 1) bereitete ölgebende Wasserstoffgas, nachdem es mit Kalkwasser, und darauf mit einer schwachen alkalischen Lauge gewaschen war, der Verpuffung mit Sauerstoffgas 2) vermittelst des electrischen Funken unterworfen hatte, fand er, dafs 100 Cubikzolle dieses Gas 180 Cubikzolle kohlensaures Gas gebildet und dazu 280 Cubikzolle Sauerstoffgas verzehrt hatten. Derselbe unterwarf der eudiometrischen Prüfung im Voltaischen Eudiometer ein Gemisch von vier Theilen ölgebenden und drei Theilen Sauerstoffgas; die Anzeigen der Verbrennung waren sehr schwach; das Eudiometer fand sich mit einem kohlichten Absatze bedeckt. Nach Oeffnung des Hahns entstand, statt einer Absorbtion, eine beträchtliche Ausdehnung, und das Gas, statt einen Raum von 7 Maasen einzunehmen, füllte einen von noch etwas mehr als 11 aus. Das Schütteln mit Kalkwasser machte gar keine Kohlensäure bemerklich, und es wurde dadurch keine Verminderung des Volums bewirkt. 100 Cubikzolle dieses ausgedehnten Gas erforderten 75 Cubikzolle Sauerstoffgas zur Verpuffung, und bildeten 50 Cubikzolle kohlensaures Gas. (Bei Scherer a. a. O. B. X p. 607 ff.; Wolff's Annalen der chemischen Litteratur B. I p. 266 ff.)

1) Durch Vermischung von vier Theilen Schwefelsäure mit einem Theile Alkohol.

2) Das mit Sorgfalt aus oxydirt salzsaurem Kali bereitet war.

Um die Bestandtheile des gekohlten Wasserstoffgas, das aus den Kohlen erhalten wird, zu erforschen, füllte *Berthollet* das Voltaische Eudiometer mit Kalkwasser, und liefs dann drei Theile Sauerstoffgas und einen Theil des gedachten kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas in dasselbe hinein. Das hineingebrachte Kalkwasser erfüllte den entstandenen leeren Raum, ohne die gebildete Kohlensäure zu verschlucken; man kann also die entstandene Verminderung messen. Nun schüttelt man das Instrument, und nimmt durch das bis dahin klar gebliebene Kalkwasser die Kohlensäure weg, deren Volumen man durch die bemerkte Menge des neu hinzugetretenen Kalkwassers bestimmt. Der Ueberrest der Luft ist Sauerstoffgas, da man dieses im Uebermaase zugesetzt hatte. Auf diese Art findet man denn sowohl die Menge des gebildeten kohlensauren Gas, als auch das Quantum von Sauerstoff, welches für ein bestimmtes Volumen des brennbaren Gas erforderlich ist. In Ansehung der Bestandtheile des sich aus den geglüheten Kohlen entwickelnden brennbaren Gas wurden auffallende Verschiedenheiten bemerkt, indem (als äufserste Grenzen) bei einigen Arten dieses Gas 100 Theile (Cubikzolle) beim Verbrennen 39,5, bei andern dieselbe Menge 10 Theile kohlensaures Gas lieferte. Genaue Aufmerksamkeit auf den Gang des Versuches zeigte ihm, dafs die zuerst bei der Destillation der Kohle übergehenden Antheile von Gas, die nicht völlig ein Sechstheil des Ganzen ausmachen, die gröfste Menge kohlensaures Gas liefern, dafs die übrigen Antheile hingegen, wenige Abweichungen abgerechnet, nur 10 Procent kohlensaures Gas geben. Zur Detonation von 100 Theilen dieses kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas waren in der Mittelzahl etwa 60 Theile Sauerstoffgas erforderlich. (Wolff's Annalen der chemischen Litteratur B. I p. 263.)

Als *Saussure* durch ein Gemenge von kohlensaurem und Hydrogengas electrische Funken durchschlagen liefs, so verminderte sich das Gasvolumen in wenigen Augenblicken; es entstanden Wassertröpfchen, und fast alles kohlensaure Gas verwandelte sich in Kohlenoxydgas. Das Detail dieser Versuche ist folgendes: Er sperrte in einer cylindrischen Röhre von 9''' Durchmesser über Quecksilber vier Theile kohlensaures Gas und drei Theile Hydrogengas, die zusammen eine Länge von sieben Zollen einnahmen, und liefs electrische Funken mittelst Eisendrähten durch das Gasgemisch schlagen. Dieses condensirte sich Anfangs schnell, dann langsamer, und nach zwölf Stunden Electrisiren kaum noch merkbar. Der obere Theil der Röhre hatte sich mit so vielen feinen Wassertröpfchen überzogen, dafs er nicht mehr recht durchsichtig war, und die Glassäule nahm nur noch vier Zoll in der Röhre ein, hatte sich folglich um drei Zoll vermindert. Flüssiges Kali, das er in die Röhre brachte, absorbirte ohngefähr einen Zoll kohlensaures Gas. Die übrigen drei Zoll waren fast

ganz reines Kohlenoxydgas; 100 Theile mit Sauerstoffgas detonirt gaben als Rückstand 64 Theile kohlensaures Gas.

Er wiederholte denselben Versuch mit mehr Sorgfalt in derselben Röhre, in die er von jeder der beiden Gasarten 3¾ Zoll hineinsteigen liefs. Nach zwölf Stunden Electrisiren waren nur noch 40¼ Zoll Gas zurück, das aus einem Zoll kohlensauren Gas, und 3¾ Theilen fast reinen Kohlenoxydgas bestand. Es hatten also in diesem Versuche 2¼ Zoll kohlensaures Gas sich in 3¾ Zoll Kohlenoxydgas verwandelt, und 100 Theile von diesem Gas, mit einem Drittel Sauerstoffgas verbrannt, gaben 70 Theile kohlensaures Gas als Rückstand. Wahrscheinlich war das Kohlenoxydgas mit ein wenig Hydrogengas vermischt. Die Eisendrähte und das Quecksilber werden in diesem Versuche, wenn man ihn in einem Tage vollendet, nicht merklich verändert. (Gilbert's Annalen B. XIII Stück 2 p. 135; *Journal de Phys. T.* 54 p. 450; v. Crell's Annalen J. 1803 B. I p. 411; Taschenbuch für Scheidekünstler, Jahr 1804, Weimar, p. 255.)

Diamant und Wasserstoffgas.

Lampadius beobachtete, dafs der entzündete Diamant im Wasserstoffgas verlösche. (Hildebrandt's Encyclopädie der Chemie Th. I p. 194.)

Kohle und Wasser.

Nach *Cavallo* (Abhandlung über die Natur und Eigenschaften der Luft u. s. w. p. 108) und *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w., aus d. Franz. B. II p. 516) wirkt das Wasser gar nicht auf die Kohle.

Nach *Hildebrandt* (Encyclop. der Chemie Th. I p. 179) ist die Kohle im Wasser unauflöslich.

Er bemerkt (a. a. O. p. 207), der Kohlenstoff, so wie er in der ausgeglüheten Holzkohle ist, mische sich nicht mit Wasser, Staub von ausgeglüheter Holzkohle könne im Wasser Jahre lang stehen, ohne eine Aenderung zu erleiden, oder im Wasser zu bewirken. (Dessen Encyclop. der Chemie Th. I p. 207.) *Fourcroy* sagt, das Wasser habe auf den kalten Kohlenstoff nur eine geringe Wirkung; es werde sehr leicht durch Kohlen absorbirt, die in der mit Wasser überladenen Luft feucht würden, und auf die letztere eine Art hygrometrischer Wirkung ausübten; er habe Kohlen, die mehrere Jahrhunderte in Gräbern lagen, untersucht, und sie erweicht und fast durch das Wasser, mit dem sie angeschwängert, zerreiblich gemacht gefunden. (Dessen *Système des connaiss. chim. T. II p.* 16; *Encyclopéd. méthod. Chim. III p.* 52; *IV* p. 190.)

Nach *Guyton-Morveau* (Scherer's allgemeines Journal der Chemie B. IV p. 173) ist es sehr schwierig, die Kohle von den letzten Antheilen Wassers, die sie enthält, zu befreien. Nach *Arbuthnot* (Scherer's allgem. Journ. B. IX p. 697) können letztere durch kein bekanntes Mittel vollkommen ausgetrieben werden.

Als *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. aus dem Franz. B. II p. 531) eine eichene Kohle, die 120 Gran wog, unter eine mit Wasser angefüllte Glocke brachte, so schieden sich 0,48 Cubikzoll Luft ab, wovon ein Maas, mit einem Maase Salpeterluft gemischt, 1,14 Rückstand liefs.

Als *Achard* (Crell's chem. Annalen 1785 B. I p. 312) eine bis zum völligen Glühen gebrachte Kohle unter Quecksilber, unter einem Trichter, der in ein Glas ging, das ebenfalls mit Quecksilber gefüllt war, brachte, entwickelte sich keine Luft; da er aber das Glas mit Quecksilber, in dem die Kohle war, in ein mit Wasser gefülltes Gefäfs tauchte, und die Kohle aus dem Quecksilber ins Wasser übergehen liefs, so erhielt er sehr wenig Luft; nach wiederholten Versuchen einen Cubikzoll. Sie war nicht entzündbar; die Kohle war ganz vom Quecksilber durchdrungen, und wie er sie aus dem Quecksilber in das Wasser gehen liefs, erschien Anfangs gar keine Luft, sie entwickelte sich erst unter dem Wasser.

Nach dem Grafen *Morozzo* (Neues allgem. Journ. der Chemie B. III Heft 6 p. 674; *Journal de Physique*, *T.* 57 p. 465; Gilbert's Annalen der Physik, B. XVII p. 243) wird die Kohle auf einer porcellanenen oder polirten Glasplatte dem Thau ausgesetzt, gleich den Metallen nicht feucht, an Orten, an denen doch das Glas oder Porzellan nafs gefunden wird; auch zieht das in eine Büchse geschüttete Kohlenpulver keine Feuchtigkeit an. Ferner verhindert sie, nach ihm, den Schnee, liegen zu bleiben, wie man an Orten wahrnehmen kann, wo Kohlen verkauft werden. Eben so schützt sie das Wasser vor dem Verderben.

Schon *Walston* bemerkte, dafs, da am ersten Januar 1764 zu Paris Schnee fiel, so dafs eine Lage davon auf Holz, Backsteinen, Dächern lag, man keine Spur davon auf den Kohlenschiffen sah, mit Ausnahme einiger hin und wieder zerstreuter kleiner Flocken; und dafs auch an der Stelle, wo die Kohlenbrenner ihre Kohlen verkauften, aller Schnee geschmolzen war, obgleich man den Boden kaum mit Kohlenstaub bedeckt fand. (Crell's chem. Annal. J. 1784 B. II p. 545.)

Lowitz beobachtete, dafs bei der Vermengung des Kohlenpulvers mit irgend einer Flüssigkeit, wenn dieselbe auch in reinem Wasser bestand, sich

durch Schütteln, bei einem innern dumpfen Sausen, eine beträchtliche Menge Luft, in der ein Licht augenblicklich erlöschte, entwickelte (bei Crell a. a. O. 1788, II, p. 133).

Reaumur fand, dafs durch Vermengung von gestofsenem Eise mit Kohlenpulver keine Kälte entstand. (*Mémoire de l'Acad. à Paris* 1734 p. 176; Crell's neues chemisches Archiv B. IV p. 102.)

Faulem Wasser kann man, wie *Lowitz* zuerst entdeckte, durch Vermengen mit gut ausgeglühetem Kohlenpulver den unangenehmen Geruch und Geschmack benehmen. (Fischer's phys. Wörterb. B. III p. 140; Halle's fortgesetzte Magie B. V p. 39.) 1)

Wenn man faules Pfützenwasser mit dem achten Theile seines Gewichts ausgeglüheten Kohlenpulver anhaltend schüttelt, so verliert es nach kurzer Zeit seinen übeln Geruch und Geschmack; es schmeckt jetzt wie reines Flufs- oder Regenwasser. (Bourguet's chemisches Wörterb. B. II p. 306.)

Zur See dienen, nach *Lowitz*, fünf Pfunde Kohlenstaub, grob zerstofsen, und in einem leinenen Sack ins Wasser gehängt, ein Fafs unreines Wasser zu reinigen. (Bei Halle a. a. O.) Drückt man das Kohlenpulver gut zusammen, so werden nach ihm zwei Fässer Kohlenpulver zur Reinigung von eilf eben so grofsen Fässern Wasser erfordert. Zur Reinigung natürlich fauler und schwefelichter Wasser wird nichts weiter erfordert, als diese Wasser durch einen mit Kohlenpulver halb angefüllten Spitzbeutel durchlaufen zu lassen, wofern dieselben nicht zu sehr mit schleimichten Theilen überladen sind. (Wie man das dazu anzuwendende Kohlenpulver bereiten mufs, sehe man bei der Note über die technische Anwendung der Kohle, gleich hinter den Eigenschaften der Kohle.)

Kohle,

1) *Aus Folgendem scheint sich indessen zu ergeben, dafs schon vor Lowitz die das Wasser reinigende Eigenschaft der Kohle einigermafsen bekannt war. Der Leibmedikus Brückmann zu Braunschweig zeigt nemlich in Crell's Annalen B. II p. 353 an, dafs, als er im Jahre 1751 einen gewissen Braunschweigischen Kaufmann Vofs besucht habe, er öfters wahrgenommen, dafs dieser in sein Trinkwasser stets einige grofse Stücke Kohlen warf. Da er wegen der Ursache dieses Verfahrens befragt wurde, erwiederte er, dafs durch die Kohle das Wasser nicht nur gereinigt werde, sondern auch einen bessern Geschmack erhielte, und dafs er in seinen jüngern Jahren dieses zu Hamburg von einem Seefahrer gehört habe.*

Kohle, Wasser und Wärme.

Morgan vermengte in einem Zimmer, dessen Temperatur 42° Fahr. war, anderthalb Pfunde trockner Erdkohle = 42° mit einem Pfunde Wasser = 167°. Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche.	Boden.	Mitte.
1 Minut.	144°	140°	142°
2 —	142	140	141
3 —	139	139½	139¼

Die specifische Wärme des Gefäfses verhielt sich zu der des Wassers wie 1 : 12.

Die Resultate eines andern Versuchs waren folgende:

Wärme der Luft im Zimmer	= 42°
Ein halbes Pfund vollkommen kalzinirter Kohle	= 43°
Ein Pfund Wasser	= 150.

Die Temperatur des Gemenges war nach Verlauf von

	Oberfläche.	Boden.	Mitte.
1 Minut.	132½°	131½°	132°
2 —	131	131½	131¼
3 —	129	131	130.

(Crawford's Vers. über thierische Wärme u. s. w.; mit Morgan's Erinnerungen wider Crawford's Theorie, aus dem Englischen, Leipzig 1785 p. 117.)

Tatin fand, als er ein Pfund glühender Kohlen mit Wasser löschte, dafs vier Pfund von letzterm verschluckt wurden. (Voigt's Magaz. f. d. neuesten Zustand der Naturkunde, B. VII p. 461.)

Wenn man auf glühende Kohlen in einem kleinen isolirten Feuerbecken etwas Wasser spritzt, während man das Becken einige Minuten hindurch mit dem Teller des Voltaischen Condensators in Verbindung gesetzt hat, so zeigt sich deutlich Electricität am letztern. (Mayer's Anfangsgründe der Naturlehre, p. 453.)

Wenn man ausgeglühete mit Wasser befeuchtete Kohle glühet, so entbindet sich Wasserstoffgas und kohlensaures Gas. (Hildebrandt in s. Encyclop. der Chemie, Th. I p. 253; Göttling in s. Beitrage zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie St. 1 p. 176.)

Dasselbe geschieht, wenn glühende Kohlen in tropfbares Wasser getaucht werden, oder Wasserdämpfe über vorher ausgeglühete, in einer glühenden porzellanenen Röhre liegende Holzkohlen streichen; die Kohle wird dabei, wenn genug Wasser da war, ganz zerstört, so dafs nur ihre Asche übrig bleibt (bei Hildebrandt a. a. O. p. 207).

Gingembre beobachtete, dafs, wenn man Kohlen mit Wasser mengt, und das Gemenge bei einer Temperatur von 30 Graden unterhält, sich das Wasser nach und nach zerlegt, und sich inflammables Gas bildet. (*Essay on Phlogiston, new Edit. by R. Kirwan Esqr.* p. 61; Versuche über die Wiederherstellung der Metalle u. s. w. v. *Madame Falhamc*, aus dem Engl. von Dr. A. G. L. Lentin, p. 200; Antiphlogistische Anmerkungen der Herren *Morveau, Lavoisier, de la Place, Monge, Berthollet* und *Fourcroy* zu *Kirwans* Abhandl. über das Phlogiston; nebst *Kirwans* Gegenerinnerungen und *Adets* Beantwortung derselben. Aus dem Französischen und Engl. übersetzt von F. Wolff, p. 49.)

Wenn man eine glühende Kohle in viel Wasser taucht, so erlöscht sie. (*Lampadius* in s. kurzen Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers, p. 4. *Fourcroy* in der *Encyclop. méthod. Chim.* III. p. 202); spritzt man hingegen wenig Wasser auf eine grofse Menge glühender Kohlen, so vermehrt man die Verbrennung und Hitze. (*Kratzenstein* in s. Vorles. über Experimental-Physik p. 154; *Marat* in s. physisch. Unters. über Feuer p. 212. *Lorenz* in s. chemisch phys. Unters. d. Feuers p. 131. *Fourcroy* a. a. O. III. p. 202, IV. p. 190, im *Systém. des Conn. chim.* T. II. p. 16.) Dafs Wasserdämpfe gegen glühende Kohlen geblasen die Hitze ungemein verstärken, wird auch durch Versuche mit der Aeolipile bestätigt. (*Gehlers* phys. Wörterb. B. II. S. 282.) 1)

Als *Fontana* eine glühende Kohle ins Wasser tauchte, erhielt er ein entzündliches Gas. (*Cavallos* Abhandlung über die Natur und Eigenschaft der Luft p. 710; *Encyclop. method. — Chim.* III. p. 445; *Göttlings* Taschenbuch für 1784 p. 122. *Halles* Magie B. II. p. 83.) *Lavoisier* erhielt dasselbe Resultat mit Holzkohle und Steinkohle (dessen physische und chemische Schriften, übersetzt von Link, B. IV. S. 47; *Crells* Annalen f. 1788 B. I. p. 358.)

Lavoisier und *Meusnier* brachten in eine eiserne mit Kupfer gefütterte trockne Röhre 4 Drachmen 15 Gran vorher zwei und eine halbe Stunde geglüheter Holzkohle, machten die Röhre glühend, und trieben während des Glühens Wasserdämpfe über die Kohle. Es wurden 2 Unzen 3 Drachmen Wasser

1) Klipstein hat davon Gebrauch gemacht um dem Gebläse bei Schmelzöfen mehr Wirksamkeit zu geben. (Voigts Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. III. B. St. 2. S. 169.)

zerstört, und von der Kohle nur 6 Gran in der Röhre wiedergefunden; dagegen hatten sich aber 118 Pinten einer luftartigen brennbaren Flüssigkeit entwickelt, die, oft mit kaustischem Alkali probirt, etwas mehr als $\frac{1}{4}$ ihres Volums an Luftsäuregehalt zeigte. Sie wog ohngefähr so viel als die Hälfte atmosphärischer Luft. Das Volumen der auf diese Art erhaltenen Luft wog überhaupt ohngefähr 9 Drachmen 22 Gran. Sie bemerken dabei, sie würden das ganze Gewicht des Wassers und der Kohle wieder erhalten haben, wenn der Flintenlauf, der durch die Fütterung mit Kupfer nicht vollkommen geschützt war, nicht einen Theil dephlogistisirter Luft absorbirt hätte 1) (*Lavoisiers* Schriften B. IV. S. 48; *Memoires de l'Academie à Paris pour l'ann.* 1781 *p.* 280; *Crells* Annalen für 1788 B. I p. 444; *Crells* Beiträge zu den chem. Annalen, B. III. Stück 2. p. 194; *Kirwan's* phisisch chemische Schriften, aus dem Englischen durch Crell, B. III. p. 347.)

Lampadius sagt, (in s. kurzen Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers, p. 115) als *Lavoisier* durch glühende Röhren die mit 28 Gran gepülverter Kohle gefüllt waren, Wasserdunst habe streichen lassen, so habe er $113\frac{7}{10}$ Gran einer Luft enthalten, die aus 100 Gran (144 Cubikzoll) Luftsäure, und $13\frac{7}{10}$ Gran (380 Cubikzoll) entzündlicher Luft bestand; das zur Bildung der Luftarten angewandte Wasser habe $85\frac{7}{10}$ Gran betragen.

Priestley wiederholte diese Versuche *Lavoisiers* so bald er davon Nachricht bekam. Er bediente sich dazu irdener Röhren, die ihm von *Wedgwood* gegeben, und blos auf der äufsern Seite glasurt waren. Er liefs das Wasser in einer gläsernen Retorte kochen, welche mit der Röhre, in der die Holzkohle enthalten war, in Verbindung stand; die Röhre selbst befand sich in einer horizontalen Lage, und war mit glühenden Kohlen umgeben, und das Ende derselben, welches der Retorte entgegengesetzt war, stand mit der Röhre eines gewöhnlichen gewundenen Kanals (von der Art derer, deren man sich überhaupt bei Destillationen bedient,) in Verbindung; mittelst dieses Kanals verdichtete sich aller Dunst, und flofs in einer besondern Vorlage zusammen, während die hervorgebrachte Luft, die zugleich mit dem Dunste durch den gewundenen Kanal geleitet war, in ein Gefäfs mit Wasser überging, worin besondere Gefäfse gesetzt waren, die dazu dienten, die Luft aufzufangen, und die Menge derselben zu bestimmen. Diese Vorrichtung setzte ihn in den Stand, die Eigenschaften der Luft nach Belieben prüfen zu können. In dem Resultate seiner Versuche fand er beträchtliche Verschiedenheiten; auch in Anse-

1) Aus diesem Versuche zog man einen Hauptbeweis für *Lavoisiers* Hypothese, dafs das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sei.

hung der fixen Luft, die mit dem entzündlichen Gas vermischt war, bemerkte er grofse Abweichungen. Wandte er nicht mehr Wasser an, als zur Erzeugung der Luft hinreichte, so war die Luftsäure nie in solcher Menge da, dafs sie hätte bemerkt werden können. Dies war besonders dann der Fall, wenn er die Luft mittelst einer Brennlinse, unter einem ausgeleerten Recipienten, und auch durch Hülfe eines heftigen Feuers in einer irdenen Retorte hervorbrachte. Die Extremen, die er in Ansehung des Verhältnisses der fixen Luft zu der brennbaren beobachtete, waren von $\frac{1}{12}$ bis zu $\frac{1}{5}$ des Ganzen, welches letztere das gewöhnliche war. Unter dieser fixen Luft versteht er ausschliefslich die, die mit der entzündlichrn innig vereinigt war, und nicht aufser nur durch die Zersetzung mit dephlogistisirter Luft davon abgesondert werden konnte. 1) Diese verbundene fixe Luft betrug der Erfahrung zufolge manchmal ein Drittel der ganzen Masse, öfters aber auch weniger. Um sie zu messen, vermischte er ein Maafs der erhaltenen entzündlichen Luft, nachdem die adhärirende fixe Luft mit Kalkwasser davon getrennt war, mit eben so viel dephlogistisirter Luft, und entzündete beide durch Hülfe des electrischen Funkens. Das Verhältnifs, in dem die zurückgebliebene Luft nun durch Waschen mit Kalkwasser getrübt wurde, gab ihm das, in welchem die fixe Luft mit dem verbrennlichen Gas in genauer Verbindung gewesen war. Ohngeachtet der berührten Abweichungen, wurde der Verlust des Gewichts, den die Kohle erlitten hatte, doch immer durch die Schwere des beim Versuch verbrauchten Wassers übertroffen; es betrug letzteres mehr als das doppelte Gewicht der Kohle, und es war nach *Priestley* so innig mit der Luft verbunden, dafs sich nie etwas Wasser daraus absetzte, wenn er eine Portion der erhaltenen Luft in ein Gefäfs mit Quecksilber übergehen liefs.

Unter allen seinen Versuchen hält er folgenden für den genauesten: Er wandte 94 Gran vollkommen gut gebrannte Kohle und 240 Gran Wasser an, und erhielt 840 Unzenmaafs Luft, von denen $\frac{1}{5}$ fixe Luft war; der entzündliche Theil derselben zeigte aber durch die Zersetzung noch $\frac{1}{5}$ fixe Luft mehr.

Die auf diese Art erhaltene Mischung von fixer und brennbarer Luft, die er aus verschiedenen Versuchen gesammelt hatte, unterwarf er jetzt einer genauern Prüfung. Er bemerkte in Ansehung der specifischen Schwere derselben einige Verschiedenheiten, und argwohnte, dafs diese ihren Grund in dem verschiedenen Verhältnisse der darin enthaltenen fixen Luft hätten; indessen glaubt er, dafs das Verhältnifs 14 Gran für 40 Unzenmaafse der Wahrheit sehr nahe

1) *Das kohlensaure Gas, welches man erhält, wenn man eine entzündliche Gasart, nachdem man dieselbe vorher von der adhärirenden Kohlensäure auf die bekannte Weise getrennt hat, mit Sauerstoffgas verbrennt, ist man nicht berechtigt, als vorher schon darinn vorhanden anzunehmen; sehr wahrscheinlich ist es vielmehr, dafs es erst während des Verbrennens gebildet wird.*

kommen werde, wenn die fixe Luft ohngefähr $\frac{1}{5}$ des ganzen beträgt. In Hinsicht auf die Schwere der, nachdem die fixe Luft abgeschieden war, zurückbleibenden entzündlichen Luft, entdeckte er keine beträchtliche Verschiedenheit, und er glaubt, dafs man 30 Unzenmaafse zu 8 Gran berechnen könne.

Nach dieser Annahme wird die ganze Schwere der 840 Unzenmaafse Luft	294
Gran ausmachen; die Schwere der Kohle wird	94
und die des Wassers .	240 sein
	334

Wenn man die Luft analysirt, so ergiebt sich nach *Priestley*, dafs die

840 Unzenmaafse
168 — — — nicht genau
verbundene fixe Luft = 152 Gran, und
672 — — unreine
entzündbare Luft = 179 Gr. enthalten,

so, dafs die ganze Masse 840 — — — — — 330 — wiegen wird.

Bei einem andern Versuche von *Priestley* betrug der Verlust des Wassers 528, der der Kohle 178, die gewonnene Luft 1410 Unzenmaafse. Die letzte Portion der Luft, (die vorigen hatte er nicht geprüft,) enthielt $\frac{1}{6}$ nicht genau verbundene fixe Luft. (Priestley's Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturl. B. III. p. 81 ff.; auch im Auszuge in Crell's Beiträgen zu den chem. Annal. B. IV, p. 484; Kirwans phys. chem. Schriften, B. III. p. 349.)

Watt sagt, *Priestley* hat bemerkt, und ich habe es bestätigt gefunden, dafs, wenn man mehr Wasserdämpfe durch glühende Kohlen hindurch leitet, als zur Hervorbringung des entzündlichen Gas nöthig sind, so, dafs sie zum Theil unzersetzt in die Kühlgeräthschaft übergehen, auch viel Kohlensäure erzeugt wird; wenig oder gar nichts davon aber, wenn dieselben nur so sparsam durchgelassen werden, dafs sie die Kühlgeräthschaft nicht erreichen. (S. dessen *description of a pneumatical apparatus*, im Anhange *D. Beddoes's Considerations on the medicinal use of factious airs*, p. 34.)

Scopoli bemerkt (in Crell's Annal. für 1795, B. II, p. 339.) *Volta* habe durch Versuche in seinem Laboratorio gezeigt, dafs, wenn man den Dunst des Wassers durch eine glühende mit Kohlen gefüllte gläserne Röhre hindurch treibe, man durch eine geschickte Vorrichtung eine erstaunliche Menge der besten brennbaren Luft erhalten könne.

Als *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. B. II. p. 81) zwei Quentchen Kohle, die er vorher im heftigsten Feuer erhalten hatte, und die keine Luft mehr von sich gab, in Wasser tauchte, und sie darauf wieder in einer

andern Retorte behandelte, so erhielt er 25 Zoll Luft, von der 600 Theile das Kalkwasser, mit dem sie geschüttelt wurden, fälleten, und sich dadurch bis auf 4,99 verminderten. Ein Maafs dieser Luft mit einem Maafse Salpeterluft vermischt, liefs 1,87 Ueberrest. Zwei Maafse derselben gehörig mit Kalkwasser geschüttelten Luft gaben mit einem Maafse reiner Luft verpufft in verschiedenen Proben 0,47, 0,55.

De la Metherie (a. a. O. p. 515) that auch Kohle in einen Flintenlauf, liefs ihn auf gewöhnliche Art glühend werden, und destillirtes Wasser durch denselben hindurch gehn; es entwickelte sich viel Luft. Beim Waschen dieser Luft mit Kalkwasser, wurde letzteres davon gefällt. Als er darauf 2 Maafse mit einem Maafse reiner Luft in Volta's Eudiometer prüfte, so erhielt er 0,36, 0,30, 0,32 zum Rückstand.

Voigt sagt: (in s. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. IX. St. 1. p. 165) läfst man eine Glasröhre in einer etwas geneigten Lage durch einen Ofen gehen, bringt 28 Gran gröblich zerstofsene gut ausgeglühete Kohle hinein, macht sie glühend, leitet durch sie von oben herein die Dämpfe einer bekannten Quantität Wassers, das in einer gläsernen Retorte im beständigen Kochen erhalten wird, fängt das, was aus dem untern Ende des glühenden Rohrs ausgeht, in einer spiralförmig gewundenen gläsernen Röhre auf, und leitet es durch dieselbe in eine Flasche, welche durch ein anderes Rohr mit einem pneumatisch chemischen Apparate verbunden ist, so findet sich dann am Ende der Operation; dafs die Kohle verschwunden, und auch nicht das ganze übergetriebene Wasser in der Flasche vorhanden ist, sondern dafs daran 85,7 Gran fehlen: dagegen ist eine ziemliche Menge Gas entstanden, welches sich im pneumatischen Apparate gesammelt hat, und aus 100 Gran Luft oder Kohlensäure (*gas carbonique*) und 13,7 Gran inflammabler Luft besteht, mithin gerade so viel wiegt, als das vermifste Wasser und die Kohle zusammen, $85,7 + 28 = 113,7$ 1)

Werden die Kohlen stark rothglühend in mit Wasser gefüllten Glocken untergetaucht, so entsteht ein Aufbrausen; das von merklichem Geräusch begleitet ist. (*Fourcroy* in s. *Système des Connaissances chimiques*, T. II. p. 16, und in der *Encyclop. methodique*, T. III. p. 52.)

1) *Lavoisier* schliefst daraus, dafs die 85,7 Gran Wasser durch diesen Prozefs zersetzt worden, und vorher aus 72 Gran Oxygen und 13,7 Gran Hydrogen bestanden, und die 28 Gran Kohlen sich mit den 72 Gran Oxygen zu 100 Gran Luftsäure oder Kohlengas, die 13,7 Gran Hydrogen aber sich mit einem verhältnifsmäfsigen Theil Calorique aus dem Glühfeuer zu entzündlicher Luft verbunden hätten.

Nasse Kohlen, die stark erhitzt werden, brennen nach *Fourcroy* (a. a. O.) mit Flammen, und dampfen ein sehr stinkendes und sehr mephitisches gekohltes Wasserstoffgas aus.

Das entzündliche Gas, das durch Berührung der rothglühenden Kohle mit Wasser hervorgebracht wird, besteht, wie die meisten neuern Versuche gelehrt haben, fast immer aus gekohltem Wasserstoffgas und Kohlensäure. (Fourcroy in der *Encyclop. méthodique*, T. III. p. 52, in seinem *Système des Conn. chimiques*, T. II. p. 16; Hildebrandt in s. Encyclop. der Chemie, Th. II, Heft 9, p. 236; Klose in seiner *Pharmacologie*, B. II. p. B. 76; *Morozzo* in Gilbert's Annalen, XVII. p. 24, und im neuem allgemeinen Journal der Chemie, B. III. p. 674; Berthollet in den *Observations sur le Charbon et les Gas hydrogènes carbonés etc.* Paris Germinal an. X, und in Wolff's Annalen der chem. Litteratur, B. I. p. 271; Lampadius in seiner Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers, p. 166.)

Woodhouse (*Annales de Chimie*, T. XXXVIII. No. 114, Prair. 9; Scherer's allgemeines Journal, B. VII. p. 304) bemerkt, es habe ihm nie gelingen wollen, mehr als 50 Procent kohlenstoffsaures Gas zu erhalten, wenn er Wasserdämpfe über glühende Kohlen streichen liefs, oder diese in einer irdenen Retorte mit Wasser behandelte. Er liefs 20 Unzenmaafse Wasser in Dämpfen über 1½ Unzen fein zerstückte rothglühende Kohlen in einer kupfernen Röhre gehen, und obgleich er das Gas drei Mal, jedes Mal zwei Stunden lang, so behandelte, so konnte er doch nicht mehr als 30 Procent kohlenstoffsaures Gas erhalten. Als derselbe vorher geglühete Kohle, die vor dem Glühen 4 Unzen wog, mit Wasser tränkte, und sie nun wieder der Destillation aussetzte, so erhielt er 81 Unzenmaafse eines Gemenges von kohlenstoffsaurem und brennbarem Gas. Nemlich:

1)	10 Unzenmaafse.	Sie bestanden aus der atmosphärischen Luft der Gefäfse.	
2)	12 — — — —	30 Theilen kohlenstoffs. Gas u.	70 brennb. Gas.
3)	40 — — — —	25 — — — —	75 — —
4)	6 — — — —	20 — — — —	80 — —
5)	13 — — — —	0 — — — —	100 — —

Dieselbe Kohle ward wieder heraus genommen, mit Wasser getränkt, und wieder hinein gebracht. Sie gab 181 Unzenmaafse Gas; nemlich:

1)	14 Unzenmaafse.	Sie bestanden in der atmosphärischen Luft der Gefäfse	
2)	4 — — — —	aus 30 Theilen kohlens. Gas u.	70 brennb. Gas.
3)	44 — — — — —	26 — — —	74 — —
4)	27 — — — — —	25 — — —	75 — —
5)	62 — — — — —	20 — — —	80 — —
6)	12 — — — — —	8 — — —	92 — —
7)	4 — — — — —	1 — — —	99 — —
8)	4 — — — — —	0 — — —	100 — —

Er fuhr auf diese Weise fort, Wasser zur Kohle zu setzen, und sie zu erhitzen, bis sie gänzlich verschwunden war. Das Verhältnifs des kohlenstoffsauren Gas ward nach und nach immer geringer. Das erste war 30, und der fünfte Theil war reines kohlenstoffhaltiges brennbares Gas. 1)

Als *Cruikshank* etwas angefeuchtete Kohle in einer beschlagenen gläsernen Retorte erhitzte, und sie endlich zum Rothglühn brachte, so sammelte er ein Gas dessen erste Portionen aus 9 Theilen kohlenstoffsaurem Gas, und 57 Theilen Kohlenstoff Wasserstoffgas bestanden; die in der Mitte des Processes übergehende Luft enthielt 3 Theile Kohlenstoffsäure und 55 Theile Kohlenstoff Wasserstoffgas. Alle erhaltene Luft betrug mehrere Gallonen am Volum. Als er das kohlenstoffsaure Gas von der brennbaren Luft durch wiederholtes Schütteln mit Kalkwssser abgeschieden hatte, fand er, dafs sie specifisch leichter, als atmosphärische Luft war, nemlich im Verhältnisse 11 zu 23. (*Nicholsons Journal, Vol. V. No.* 50. April 1801; Scherer's allgemeines Journal der Chemie, B. VII. p. 382.)

Clement und *Desormes* behaupten, (*Annales de Chimie*, T. XXXIX. No. 115 (Mess. 9.); Scherer's allgem. Journal der Chemie, B. VII. p. 353; Wollf's Annalen der chem. Litteratur, B. I. p. 371; Crell's Annalen für 1801, B. II. p. 431) man erhalte ein Gemenge von Kohlenstoffsäure, oxydirtem Kohlenstoffgas und Wasserstoffgas, wenn man Wasserdämpfe durch eine Röhre streichen lasse, welche viel Kohle enthält, und durch zwei Ofen gelegt ist.

Hundert

1) *Woodhouse* bemerkt hiebei, dafs die stufenweise Vermehrung des brennbaren Gas und Verminderung des kohlenstoffsauren bei der Behandlung der Kohle mit Wasser unter Einwirkung der Hitze, nicht mit der Meinung übereinstimme, dafs dies Gas durch Zersetzung des Wassers, indem sich nemlich der Sauerstoff des Wassers mit einem Theile der Kohle verbunden, und mit demselben kohlenstoffsaures Gas bilden, indefs der Wasserstoff einen andern Theil der Kohle auflösen, und das gekohlte brennbare Gas darstellen soll, hervorgebracht werde. Weil das Wasser nach den Versuchen der französischen Chemiker aus 85 Theilen Sauerstoff, und 15 Theilen Wasserstoff dem Gewichte nach bestehen soll, so müfsten sich nach *Woodhouse* diese 85 Theile Sauerstoff beständig mit dem Kohlenstoff vereinigen, und kohlenstoffsaures Gas bilden, so, dafs die Verhältnisse des kohlenstoffsauren Gas und des brennbaren Gas immer unveränderlich dieselben bleiben. Wo man also 2 Theile brennbares Gas dem Volumen nach finde, da müfste auch immer ein Theil Sauerstoff mit Kohlenstoff vorhanden sein; dies finde aber nicht Statt, denn wenn man die Gasarten aus der Kohle austreibe, so bestehen die ersten Portionen gewöhnlich aus 70 Theilen brennbares Gas und 30 Theilen kohlenstoffsaures Gas, die letztern seien aber entweder ganz reines brennbares Gas, oder sie bestehen aus 95 Theilen brennbares Gas, und 5 Theilen kohlenstoffsaures Gas.

Hundert Cubikzoll des brennbaren durch Zersetzung des Wassers vermittelst der Kohle erhaltenen Gas enthalten, nach *Berthollet*, ohngefähr 5 Gr. Kohlenstoff und 4 Gr. Wasserstoff. Wenn derselbe stark geglühete Kohle mit Wasser befeuchtete, sie dann zwölf Stunden hindurch in einem Gefäſse verschlossen hielt, darauf zwischen Druckpapier trocknete, und nun sogleich der pneumatischen Destillation unterwarf, so ging im Anfange Wasser über, und hierauf entwickelte sich eine nur kleine Menge von Kohlenwasserstoffgas, welche von einer beträchtlichen Menge Kohlensäure begleitet war; weiter fortgesetzte starke Hitze gab kein Gas mehr. (*Observat. sur les charbons etc. par Berthollet. Paris. Germinal an X;* Scherer's Journal B. X p. 618; Wolff's Annalen der chem. Litteratur B. I p. 271.)

Nach *van Mons* zersetzt die glühende Kohle das Wasser sehr schnell. (Crell's chemische Annal. J. 1803 B. II p. 53.)

Ein isolirtes Feuerbecken mit Kohlen zeigt — E, wenn Wasser auf die Kohlen gegossen wird, ein Zeichen, daſs der aufsteigende Dampf + E habe. (Gehler's phys. Wörterb. B. I p. 731.)

Kohle, Wasser und Galvanismus.

Humphry Davy nahm zwei kleine, einen Viertelzoll dicke und drei Zoll lange, Glasröhren, kittete in ihr eines Ende ein dünnes hartes Stück polirter Holzkohle, füllte sie darauf mit destillirtem Wasser, und setzte sie umgekehrt in ein Glas mit destillirtem Wasser. Die Kohlen wurden mit den Enden der Voltaischen Säule verbunden, und so lieſs er die Kette vierzehn Stunden hindurch geschlossen. In dieser Zeit hatte sich um die Kohle der Silberseite über funfzig Mal mehr Gas als um die Kohle der Zinkseite angesammelt. Er brachte nun die Röhre der Zinkseite mit ihrem Wasser und Gas in ein Gefäſs mit Kalkwasser. Beim Schütteln trübte sich dieses, das Gas verminderte sich aber nicht merkbar. Aus der Verminderung, die das Gas erlitt, als es mit dem doppelten Volumen Salpetergas vermischt wurde, erhellte, daſs es ohngefähr so viel Sauerstoffgas als die atmosphärische Luft enthielt. Vom Gas der Silberseite verschluckte Salpetergas nichts; zwölf Maase mit acht Maasen Sauerstoffgas in einer Detonationsröhre gemischt, und durch den electrischen Funken entzündet, lieſsen nach dem Abbrennen über drei Maase Rückstand, wovon Kalkwasser etwas unter Trübung absorbirte. Es blieben nach dieser Absorbtion aber wenigstens noch zwei und ein Viertelmaas übrig, die mit Salpetergas rothe Dämpfe bildeten, und sich verminderten, offenbar also Sauerstoffgas hielten. Er wiederholte den Versuch mit Wasser, das lange Zeit über gekocht hatte, und noch heiſs war. Die Zinkseite gab nun den ganzen Prozeſs hindurch gar kein Gas, und

es verging über eine halbe Stunde, ehe an der Silberseite eine Gasentbindung eintrat. Das hier erzeugte Gas verminderte sich beim Abbrennen mit Sauerstoffgas, wie reines Wasserstoffgas, und der Rückstand trübte Kalkwasser nur wenig. (Gilbert's Annalen der Physik B. VII p. 128.)

Als Ebenderselbe (bei Gilbert XII p. 355) die Kette eines Galvanischen Trogapparats, der aus zwanzig viereckigen Plattenpaaren Zink und Kupfer, von dreizehn Zoll Seite, bestand, mittelst zweier Stücke gut gebrannter Kohle, oder mittelst eines Stücks Kohle und eines Metalldrahts, unter Wasser schlofs, so sah man lebhafte Funken, es stieg sehr reichlich Gas auf, die Spitzen der Kohle zeigten sich noch eine Zeit lang nach dem Schliefsen rothglühend in der Flüssigkeit, und so lange dieses dauerte, entband sich unter dem Geräusche des Kochens elastische Flüssigkeit. Die sinnlich wahrzunehmenden Phänomene kamen denen in ätherischen und fetten Oelen, Aether und Alkohol, sehr nahe.

Er fand, dafs Funken aus zwei Kohlenstücken, die unter Wasser die Kette schlossen, eine elastische Flüssigkeit entbanden, die ohngefähr zu einem Achtel aus kohlensaurem Gas, zu einem Achtel aus Sauerstoffgas, und im Uebrigen aus Wasserstoffgas bestand, das etwas über die Hälfte seines Volumens an Sauerstoffgas zum vollständigen Verbrennen bedurfte.

Als eben derselbe eine kleine Säule aus 60 Stücken errichtet hatte, befestigte er an den Enden der damit in Verbindung stehenden Silberdrähte dünne und länglichte Streifen Kohle, welche trocken und von anhängenden Luftbläschen gereinigt waren, und sich in Wasser endigten. Auf der Silberseite fing die Kohle nach einer Minute an Gas zu geben, welches immer fort dauerte; auf der Zinkseite erst nach einer Viertelstunde, welches in kuglichten Blasen an der Kohle sitzen blieb. Mit heifsem Wasser, welches lange Zeit über gekocht hatte, gab die Zinkseite gar kein Gas, die Silberseite erst nach einer halben Stunde. Dieses war fast reines Wasserstoffgas. Auf der andern Seite war Kohlenstoffsäure entstanden, welche sich im Wasser aufgelöfst und im ersten Versuche die in demselben befindliche atmosphärische Luft ausgetrieben hatte. (Trommsdorf's systematisches Handbuch der gesammten Chemie B. V p. 66.)

Priestley füllte die Poren zweier Kohlenstücke mittelst der Luftpumpe mit Wasser, und verband durch dieselben nun eine treffliche Galvanische Batterie 1) mit Wasser. Sie gaben einige Stunden hindurch keine Luft; aber von dem Stücke an der Zinkseite ging eine weifse Wolke aus, die einen Theil des Wassergefäfses füllte. Sie verschwand inzwischen sehr bald, das Wasser wurde wieder durchsichtig, und nach einigen Stunden gaben beide Kohlenstücke

1) Sie bestand aus 60 Schichtungen Zink- und mit Silber plattirter Kupferscheiben.

in so reichlicher Menge Luft, als es nur irgend ein Metall gethan hatte, und dies dauerte so fort. (Nicholson's Journal 1802, Vol. 1 p. 198; Gilbert's Annalen der Physik B. XII p. 469.)

Kortum sagt, die Kohle gebe, als Leiter des Galvanismus zum Wasser angewandt, die Gasblasen in weit geringerer Menge als die metallischen Leiter. (Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. III Stück 4 p. 668.)

Wenn man vermittelst Kohlen die Galvanische Batterie mit Wasser verbindet, so steigt, nach *Cruikshank* und *Gmelin* (Crell's chem. Annalen für 1803, B. I p. 104; Trommsdorff's Journ. der Pharmacie, B. XI St. 1 p. 209), von dem einen Ende ein Gemenge von entzündbarem Gas und Kohlensäure, von dem andern reines Sauerstoffgas auf.

Kohle, Sauerstoffgas und Wasser.

Wenn man mit reiner Luft angeschwängerte Kohle in Wasser legt, so wird nach *de la Metherie* (über reine Luft u. s. w. aus dem Französ. B. II p. 520) ein Theil der Luft entbunden, welcher aber sehr verunreinigt befunden wird, und keine Luftsäure, aber phlogistische Luft enthält.

Kohlensaures Gas und Wasser.

Nach *Bergmann* steht das Wasser in der Verwandtschaft zu dieser Säure unmittelbar der Platina nach und dem Weingeist vor. (*Encyclop. méthod. Chim.* I p. 107.)

Das Wasser kann das kohlensaure Gas verschlucken, d. h. die in dem Gas enthaltene Kohlensäure mit sich mischen. (Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, aus dem Engl. B. II p. 273; Fontana's physische Unters. über die Natur der Salpeterluft u. s. w. aus dem Franz. und Italienischen von Wasserberg, p. 214; Cavallo's Abhandl. über die Natur und Eigenschaften der Luft u. s. w. aus dem Englischen, p. 522; Achard's Sammlung phys.-chem. Abhandl. B. I p. 76; Guyton-Morveau in der *Encyclop. méthod. Vol. I p.* 3; Brisson in s. *Traité élémentaire, ou principes de Physique*, Paris 1789, auch in Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. VII St. 3 p. 141; Lavoisier's physisch-chemische Schrift. übersetzt von Weigel, B. III p. 91; de la Metherie über die reine Luft u. s. w., aus dem Franz. B. I p. 198; Fischer's phys. Wörterb. B. II p. 648, V p. 512; Scherer's Darstellung der chemischen Unters. der Gasarten, p. 9;

Mayer's Anfangsgründe der Naturlehre, p. 326; Hildebrandt's Encyclop. der Chemie, B. I p. 249.)

Das mit kohlensaurem Gas geschwängerte Wasser nennt man gashaltiges, luftsäurehaltiges, luftsaures, kohlensaures, kohlensäurehaltiges Wasser, tropfbar flüssige Kohlensäure, liquide Kohlensäure; *Eau gazeuse, aërée, acidule, spiritueuse, acide carbonique liquide; Aqua aërata* (*Bergmanni*). (Macquer's chem. Wörterb. B. II p. 718; *Encyclop. méthod. Chim.* IV p. 191; Fourcroy *Système des Conn. chim.* II p. 40; Bourguet's chem. Wörterb. B. II p. 328.)

Schon Chrph. *Wren* kannte 1675 die Verschluckung dieses Gas durch Wasser (*Philosophical Transact.* B. X für das Jahr 1675 p. 446) sehr deutlich.

Destillirtes Wasser verschluckt, nach *Priestley* (Versuche und Beobacht. über verschiedene Gattungen von Luft, B. II p. 281), das Gas geschwinder, und nimmt auch eine gröſsere Menge davon auf als gemeines Wasser.

Macquer sagt, das mephitische Gas verbinde sich nur sehr locker mit dem Wasser. (Dessen chem. Wörterb. B. II p. 722 der Uebersetzung von Leonhardi.)

Fourcroy führt (*Système des Conn. chim.* T. II p. 38) an: „Wasser und kohlensaures Gas stehen in einer nahen Verwandtschaft. Man bemerkt, daſs, wenn man dies Gas mit dem Wasser in Berührung läſst, letzteres dasselbe nach und nach absorbirt, so daſs es endlich völlig verschwindet. Man sagt gewöhnlich, das Wasser löse das Gas auf, dies ist aber ein falscher Ausdruck, weil man das Wort auflösen nur von einem festen Körper, der in einem flüssigen zerschmelzt, gebrauchen kann: man muſs sagen, das Wasser verdichte das Gas und mache es tropfbar flüssig beim Absorbiren. Dieses Absorbiren kann nicht geschehen, ohne daſs das Gas seine elastisch-flüssige Form verliert, und an Umfang sehr abnimmt; es verliert also in diesem Falle ein ihm Luftform gebendes Auflösungsmittel, oder den Wärmestoff: es enthält aber so wenig davon, daſs diese Ausscheidung nicht merklich ist, und ohne Wärme vor sich geht. Indessen verliert doch dabei das in das Gas gebrachte Eis seine Festigkeit, und schmilzt auf der Oberfläche."

Auch *Thomson* sagt (System der Chemie, übersetzt von Wolff, B. II p. 46), wenn Wasser lange Zeit mit dieser Säure in Berührung stehe, so absorbire es dieselbe.

Nach *Cavendish* kann das Wasser ein gröſseres Volumen als sein eigenes ist, von diesem Gas absorbiren und auflösen. (*Encyclop. méthod.* III p. 370.)

Priestley glaubte (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, aus dem Englischen, B. I p. 27), man könne das Wasser mit fixer Luft am stärksten anschwängern, wenn man die Gefäſse, worin das

Wasser ist, unter gläserne Cylinder setze, die in Quecksilber stehen, und mit der reinsten fixen Luft angefüllt sind. 1) Auf diese Art bewirkte er, dafs eine Portion Wasser binnen zwei Tagen noch mehr als einmal so viel Luft einschluckte. Die geschwindeste Methode, das Wasser zum Gebrauche zuzubereiten, bestehet nach ihm darin, dafs man das Wasser in grofsen Flaschen mit der Luft in Berührung bringt, und sehr heftig darin herumschüttelt. Man kann ihm zu Folge, auf diese Art einer grofsen Menge Wasser mehr als noch einmal so viel fixe Luft binnen einigen Minuten mittheilen, doch kann bei diesem Verfahren das Wasser nicht so viel aufnehmen, als bei dem vorher angeführten. Späterhin (a. a. O. B. II p. 274) giebt er folgende Anweisung zur Schwängerung desselben:

Man nehme eine gläserne Flasche mit einem etwas engen Halse, der aber so geformt seyn mufs, dafs man die Flasche umgekehrt hinstellen kann, fülle dieselbe mit Wasser an, und lege ein Stückchen rein Papier, oder einen dünnen Pappendeckel darauf. Sobald man alsdann nur dieses Papier sehr scharf auf die Mündung der Flasche drückt, so wird man sie, ohne befürchten zu dürfen, dafs gemeine Luft hineinkomme, von oberst zu unterst kehren können. Hat man sie so umgestürzt, so mufs man sie in ein anderes Gefäfs, welches ein Punschnapf oder sonst ein Napf seyn kann, hineinstellen, worinn nicht mehr Wasser zu seyn braucht, als nöthig ist, um unter demselben das Stückchen Papier oder die dünne Pappe von der Mündung wegziehen, und das Ende eines Entbindungsrohrs unter dem Wasser hineinstecken zu können. Das Rohr selbst mufs biegsam und luftdicht seyn. Es scheint als wenn man hiezu die ledernen Röhren, die mit gewichstem Schuhdrahte umwunden sind, am besten gebrauchen könne. In jedes Ende des Rohrs mufs man aber ein Stück Federkiel hineinstecken, damit das Rohr offen bleibe, und man das eine Ende desselben in das Gefäfs mit Wasser und das andere in eine Blase stecken könne. In das entgegengesetzte Ende der Blase aber mufs man einen runden Kork binden, in denselben ein Loch hineinbohren, und dieses vermittelst eines Federkiels offen halten; den Kork selbst mufs man dann auf eine Flasche stecken, die zwei Drittheile mit Kreide angefüllt seyn mufs, über welcher Wasser steht. (Nachher fand *Priestley* jedoch, dafs sich ein gläsernes Entbindungsrohr zu dem Prozesse am besten schicke.) Wenn alles auf diese Art eingerichtet ist, so nehme man die Flasche mit der Kreide und dem Wasser von der Blase weg, ziehe das Rohr aus der Flasche mit Wasser, und giefse alsdann etwas Vitriolöl

1) Das von Priestley gebrauchte kohlensaure Gas ist immer aus Kreide durch verdünnte Schwefelsäure erhalten, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil angeführt ist.

zu der Kreide und dem Wasser. Alsdann drücke man alle gemeine Luft sorgfältig aus der Blase, und stecke den mit der Blase verbundenen Kork, so bald als die Mischung aufzubrausen anfängt, in die Flasche. Ist nun etwas entbundene Luft in die Blase gegangen, so drücke man sie noch einmal aus, um sie desto mehr von aller zurückgebliebenen atmosphärischen Luft zu befreien. Hierauf stecke man das Rohr in den Hals der Flasche, und fange nun an, die Kreide und das Wasser stark unter einander zu schütteln, worauf sich dann sogleich eine beträchtliche Menge fixer Luft entbinden und die Blase ausdehnen wird. Drückt man hierauf die Blase zusammen, so wird dadurch die Luft gezwungen, durchs Rohr zu gehen, und in dem Gefäfse mit Wasser hinaufzusteigen, wobei das Wasser in der Flasche fällt, und in das Becken tritt. Wenn die Luft ohngefähr die Hälfte des Wassers aus der Flasche verdrängt hat, so mufs der, der den Versuch macht, mit seiner Hand die Flasche oben anfassen, und das Wasser darin so stark als nur möglich herumschütteln, ohne dabei das Wasser aus dem Becken zu werfen. Das Wasser verschluckt auf diese Art die Luft in einigen Minuten, nimmt ihren Platz ein, und die Flasche wird dadurch beinahe eben so voll Wasser, als sie vorher war. Hierauf schüttele man die Flasche mit der Kreide und dem Wasser wieder um, lasse mehr Luft in das Gefäfs übergehen, und setze dieses so lange fort, bis überhaupt ohngefähr eben so viel Luft in das Wasser übergegangen ist, als die Portion Wasser selbst beträgt. Man schüttele hierauf das Wasser wieder wie vorher so lange, bis es keine Luft mehr aufzunehmen im Stande ist. Will man nicht sogleich von dem Wasser Gebrauch machen, so mufs man es so bald als möglich in eine andere Flasche überfüllen, und diese gut verstopfen und verpichen. Wenn man aber auch nur einen festen Stöpsel genommen hat, so hält es sich, wenn man die Flasche umgekehrt hinstellt, sehr gut. Er giebt hiebei noch folgende Vorsichtsregeln: Man mufs die Flasche, aus der die Luft entbunden wird, immer beträchtlich tiefer, als die die Luft sammelnde Flasche, stellen, damit, wenn ja etwas vom Gemische in die Blase übergehen sollte, dasselbe im untern Theile der Blase liegen bleibe. — Stöfst man die Kreide zu fein, so entbindet sich die fixe Luft zu schnell daraus. — Man mufs nach einem jeden Prozesse mit dem Wasser über der Kreide wechseln. — Man mufs die Blase täglich einmal mit Wasser anfüllen, wenn man sie gebraucht hat, um das Vitriolöl, welches sich etwa darin angehängt hat, von dem man doch immer befürchten könnte, dafs es etwas die Blase angreifen möchte, dadurch an allen Orten, wo es sich angesetzt hat, zu verdünnen.

Die Flasche, deren er sich gemeiniglich bediente, hielt ohngefähr drei Nöfsel, und die Flasche, worin die Kreide und das Wasser war, war eine Zehnunzen-

flasche. Er fand, daſs etwas mehr als ein Theelöffel voll Vitriolöl hinreichend war, so viel Luft, als zur Imprägnation dieser Quantität Wasser gehörte, zu entbinden.

Gemeiniglich dauert nach ihm der ganze Prozeſs nicht länger als ohngefähr eine Viertelstunde, und alsdann braucht man das Wasser nicht ganz fünf Minuten in der Luft herumzuschütteln; und es braucht eine Acht- oder Zwölfkannenflasche, oder auch eine jede Quantität, die man noch bequem schütteln kann, nicht viel mehr Zeit, um mit fixer Luft imprägnirt zu werden, wenn die Flasche mit der Kreide und dem Vitriolöl in demselben Verhältniſs gröſser ist.

Um dem Wasser so viel Luft, als es auf diese Art aufzunehmen im Stande ist, mitzutheilen, soll man den Prozeſs mit auf solche Art angeschwängertem Wasser wiederholen. *Priestley* pflegte dies gewöhnlich zwei oder drei Mal nach einander zu thun, und versichert, daſs man bei einer öftern Wiederholung sehr wenig gewinne, weil nach Verlauf einiger Zeit so viel fixe Luft von dem Theile der Oberfläche des Wassers, der der atmosphärischen Luft ausgesetzt sei, verfliege, als das Wasser der Flasche davon aufzunehmen im Stande sei. Seine Versuche stellte er mit destillirtem Wasser an, dem er seinen unangenehmen Geschmack durch die Beimischung der fixen Luft nicht im Allergeringsten benehmen konnte. (Priestley a. a. O. B. II p. 273 ff.)

Cavallo (Abhandl. über die Natur und Eigenschaften der Luft u. s. w. aus dem Englischen, p. 226) sagt, wenn man die fixe Luft im Wasser schüttele, so nehme letzteres fast eben so viel in sich, als sein eigenes Volumen betrage. Es sättigt sich nach ihm (a. a. O. S. 568) damit schon in zwei Minuten, und es nehmen die Quantitäten, die es in gleichen Zeiten in sich nimmt, nach dem Verhältnisse der Stärke der Anschwängerung ab.

Nach *Gehler* (phys. Wörterb. B. V p. 526), *Fischer* (phys. Wörterb. B. II p. 648) und *Rosenthal* (Magie B. XI p. 129) kann das kalte Wasser etwa ein gleiches Volum vom kohlensauren Gas einsaugen.

Auch *Saussure d. Jüngere* behauptet, das Wasser verschlucke nie mehr vom kohlensauren Gas, wenn man es in die Atmosphäre des reinen Gas bringe, als sein Volumen betrage, so lange kein anderer Druck, als das Gewicht der Atmosphäre auf diese Flüssigkeit wirke. (Scherer's allgem. Journ. der Chem. B. IV p. 77.)

Die Schnelligkeit der Absorbtion des kohlensauren Gas wird durch Schütteln sehr befördert. (*Lane* in Thomson's System der Chemie B. II p. 46; *Fourcroy* im *Système des Conn. chim. T. II* p. 39.) Unter gleichen Umständen kann das Wasser noch desto mehr vom Gas auflösen, je gröſser der

Druck auf dasselbe ist. (*Cavendish*, der es zuerst bemerkte, in der *Encyclop. méthod. chim.* p. 370; *Cavallo* a. a. O. p. 568; *Fourcroy* a. a. O. T. II p. 39.)

Die Beschwerlichkeit, nach Dr. *Priestley's* bemerkter Angabe, das Wasser mit diesem Gas zu schwängern, und der harnhafte Geschmack und Geruch, den das Wasser von der Blase annehmen soll, bewogen einen gewissen *Joh. Merv. Nooth*, auf eine bessere Vorrichtung zu denken. Die folgende will er ein ganzes Jahr hindurch gebraucht haben, ohne daſs diese fortwährende Benutzung Mängel an derselben entdeckt hätte.

Die ganze Vorrichtung besteht aus drei gläsernen Gefäſsen A. B. C. Fig. 1, 2, 3, Taf. XII; diese passen so genau in einander, daſs weder Wasser noch Luft durchdringen kann. A enthält die zur Entbindung des Gas anzuwendenden Materialien, B das mit Luft zu schwängernde Wasser; in seinem untern Theile ist ein elfenbeinernes mit Kork umgebenes Ventil Fig. 4. Der Kork a paſst in den untern Theil von B, und ist ausgebohrt, um den Theil b des elfenbeinernen Ventils aufzunehmen. Auf dem breitern Theile von b findet sich ein bewegliches Stück c. Die Flächen dieser Stücke sind so genau auf einander passend, daſs nichts Flüssiges durchdringen kann. Damit der bewegliche Theil c sich nicht von b verschieben kann, so ist ein Deckel d vorhanden, welcher aber doch dem Stücke c einige Bewegung verstattet: zugleich hat er Löcher, um der Luft, die c in die Höhe hebt, den Durchgang zu verstatten. Das Glas C schlieſst theils die Luft über der Oberfläche des Wassers in B ein, theils verhütet es alle Gefahr einer Zerplatzung, indem das Wasser der in die Höhe steigenden Luft weichen kann. Kreide und Vitriolöl ist, nach ihm, das Beste zu diesen Versuchen; jene ihrer Wohlfeilheit wegen, dieses wegen seiner mindern Flüchtigkeit. Man fülle A mit verdünntem Vitriolöl bis an die gemachten Linien: alsdann wird bei dem Aufbrausen keine Säure durch das Ventil getrieben werden. B wird ganz mit Wasser angefüllt, und C in dasselbe hineingesteckt. Alsdann wird gepülverte Kreide in A hineingethan und die Gefäſse in die Verbindung gebracht, wie in Fig. 5, nur mit der Ausnahme, daſs der gläserne zu C gehörige Stöpsel nicht aufgesteckt wird. Die durch das Aufbrausen entwickelte Luft geht durch das Ventil; da aber das Wasser durch dieses Ventil, seiner Einrichtung nach, nicht durchdringen kann, so muſs die Luft sich in den obersten Theil von B begeben, und so viel Luft in das Wasser gedrungen ist, so viel muſs von diesem in das oberste Gefäſs entweichen. Die Kreide muſs man zwischen einem Papiere mit Vorsicht in A hineinthun, damit sich an den Hals desselben nichts setze, und die genaue Schlieſsung mit dem andern hindere. Wenn C mit Wasser angefüllt und also eine beträchtliche Menge von Luft in A ist, so nehme man diese beiden von A ab, um die Luft mit

mit dem Wasser durch Schütteln zu verbinden. Wenn während desselben der Stöpsel auf C gesteckt ist, so wird man aus dem Niedersinken des Wassers nicht auf das Einsaugen der Luft schliefsen können, weil die äufsere Luft durch das Ventil dringen, und den Platz der eingesogenen Luft ersetzen wird. Im entgegengesetzten Falle wird man aus dem Niedersinken die Einsaugung der Luft bemerken können: und diese Einrichtung wird dann nöthig seyn, wenn man die Menge der Luft, die das Wasser einsaugen kann, wissen will: aber zum gewöhnlichen Gebrauche ist es besser, sich des Stöpsels zu bedienen, da man dann stärker schütteln und also besser mischen kann. Das Wasser wird nicht mit einem Male sehr stark mit Luft angeschwängert, es mufs vier bis fünf Mal der Prozefs wiederholt werden. Um dies zu thun, öffne man C, hebe es etwas von B in die Höhe, damit das Wasser B wieder vollfüllen kann: alsdann thue man in A wieder etwas Kreide, und schüttele wieder, so bald das Aufbrausen aufhört. Später erfand er zu dem Apparate ein gläsernes Ventil, dem er den Vorzug vor dem elfenbeinernen giebt. Es besteht aus drei Theilen Fig. 7. Der oberste und unterste sind durchbohrt, der mittelste nicht, dessen oberer Theil convex, der untere platt ist. Fig. 8 ist ein perpendikulärer Durchschnitt des ganzen Ventils, in dem Abstande, den die Theile einer gegen den andern haben müssen. Wenn dasselbe in B gesteckt ist, so wird die entwickelte Luft durch die durchlöcherten Theile, den obern und untern, dringen: der mittlere wird kein Hindernifs seyn, da er Spielraum genug hat, dem Triebe der von unten aufsteigenden Luft nachzugeben: aber wenn das Wasser nun von oben drückt, so wird er durch Anschliefsung seiner platten Fläche an die des untern Theils dem Wasser den Durchgang hindern. (*Philosoph. Transact. Vol. LXV* P. I p. 59; Crell's chemisches Journ. Th. I p. 187.)

Diesen Apparat hat nachher *Parker* beträchtlich verbessert und bequemer eingerichtet, so, dafs derselbe nach ihm den Namen der Parker'schen Maschine erhalten hat, und *Priestley* beschrieben. Die Beschreibung, so wie sie in Fischer's phys. Wörterb. B. III p. 787 gegeben ist, ist folgende:

Es besteht die Maschine aus drei genau in einander passenden gläsernen Gefäfsen (Taf. XII Fig. 9) A. B. C.; das unterste C läuft kegelförmig in eine ohngefähr einen halben Zoll weite Oeffnung zu, und hat einen flachen nach innen erhabenen Boden. An der Seite hat dieses Untertheil auch noch eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Glasstöpsel a. Dies untere Gefäfs mufs nicht zu klein, besonders nicht zu niedrig seyn. In die Oeffnung desselben pafst das mittlere Gefäfs B, welches kugelförmig ist, und den wesentlichsten und künstlichsten Theil der Maschine ausmacht. Es hat unten einen Hals, welcher in die Mündung des vorigen genau und luftdicht eingeschliffen ist. In diesem Halse befinden sich zwei senkrecht über einander stehende gläserne Zapfen, die mit

mehreren Haarröhrchen durchlöchert sind, und die die Fig. 10 besonders vergröfsert vorstellt. Zwischen diesen gläsernen Zapfen ist aber ein kleiner Raum, welchen ein planconvexes Linsengas d einnimmt, dafs es mit seinem flachen Theile auf dem untersten Zapfen ruhet. Dies Linsenglas hat einigen Spielraum, und dienet als Ventil, die durch die Haarröhrchen aufsteigende Luft durchgehn, aber keine Flüssigkeit zurückgehn zu lassen. Dies mittere Gefäfs endigt sich auch oben in eine ohngefähr einen Zoll weite Oeffnung, und hat noch unten zur Seite eine andere Oeffnung b, welche mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen werden kann. In diesen mittleren Theil der Maschine pafst das obere ebenfalls kugelförmige Gefäfs A, welches sich unten in einen Hals endigt, der in die Oeffnung des vorigen genau und luftdicht eingeschmirgelt ist, und in eine engere etwas krumm gebogene Röhre ausläuft, die fast bis zur Mitte des mittleren Gefäfses herabsteiget. Die Mündung des oberen ist mit einem kegelförmigen eingeriebenen Glasstöpsel geschlossen. In das unterste Gefäfs dieser Geräthschaft wird gestofsener Marmor, Kreide, Kalkstein u. dergl. geschüttet, und darüber verdünntes Vitriolöl gegossen; das mittlere Gefäfs wird mit Wasser voll angefüllt, und alsdann alles gehörig zusammengesetzt. Das in dem unteren Gefäfse sich entwickelnde kohlensaure Gas geht nun durch das Ventil in B über, und erhebt sich in den obern Theil dieses Gefäfses über die Wasserfläche. Es treibt daher die Elasticität dieses Gas einen Theil Wasser aus dem Gefäfse B durch die gebogene Röhre in das Gefäfs A. Der in B zurückbleibende Theil Wasser ist nun mit dem Gas in Berührung, welches auch beständig durch dasselbe hindurchgeht. Das Wasser wird dadurch nach und nach mit dem Gas imprägnirt, und kann durch die Oeffnung b abgelassen werden, in welchem Falle das nach A getriebene Wasser sich wieder in das Gefäfs B herab begiebt. Die Anschwängerung des Wassers mit dem Gas wird durch Schütteln des ganzen Apparats befördert, indem dadurch das Wasser in einer gröfsern Fläche vom Gas berührt wird. Selbst der Druck des ins Gefäfs A getretenen Wassers beschleunigt die Operation. So oft das imprägnirte Wasser durch b abgelassen wird, wird eben so viel frisches Wasser in A wieder zugeschüttet. Die Oeffnung A des untern Gefäfses dienet, um frische Materialien hineinzubringen, oder dieselben im nöthigen Falle während der Operation umzurühren. Das Gefäfs C kann etwa drei bis fünf Pfund, das mittlere B etwes über fünf Pfund Wasser halten. 1) Diesem Apparate gab *Priestley* selbst vor dem seinigen den Vorzug.

1) Es ist einleuchtend, dafs man durch diese Geräthschaft auch andere Flüssigkeiten mit kohlensaurem Gas, oder auch Wasser mit andern Gasarten, welche zu ihrer Entbindung keinen grofsen Wärmegrad verlangen, anschwängern kann.

Andere Vorrichtungen gaben nachher *Bergmann* (*De Aquis medicatis frigid. arte parandis;* in s. *Opusc. phys. chem. Vol. I p.* 185 *sq.*), *Magellan* (Beschreibung eines Glasgeräths, vermittelst dessen man mineralische Wasser in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. Aus dem Engl. von Wenzel. Dresden 1780. 8.), *Withering* (Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. V St. 1 p. 104 f.), und *Baader* (Gren's Journal der Phys. B. III p. 3 u. f.). Die Geräthschaften von *Withering* und *Baader* verdienen nur hier besonders angegeben zu werden, vorzüglich weil erstere nicht kostbar ist, und viel Wasser sehr stark ohne viele Umstände anschwängert, und dasselbe ungeschwächt erhält, wenn das Jahr hindurch die Fugen und Hähne ein Mal mit ungesalzenem Fette verschmiert werden. Der Apparat von *Withering* besteht (Fig. 11, Taf. XII) aus zwei gläsernen Gefäfsen A und B, wovon das erstere bis an den Hals 10 Zoll hoch und 6½ Zoll im Durchmesser, das zweite am konischen Theile zwölf Zoll hoch, oben am Halse anderthalb Zoll und am Boden fünf Zoll weit ist. Durch den Stöpsel des Gefäfses B geht ein kupfernes Rohr a, welches an die biegsame Röhre d befestigt ist. Diese Röhre ist von Leder, luftdicht und durch einen gewundenen durchgehenden Draht beständig offen. Auch enthält ihr anderes Ende ein kupfernes Rohr g, welches konisch zuläuft, und mit einem Hahn versehen ist. Dieses pafst in die Oeffnung des Rohres h mit dem Hahne i, welcher dazu dient, die Luft abzuhalten, wenn g aus h herausgenommen wird. Das Rohr h enthält zur Seite zwei Schweinsblasen l l, und unter denselben auch einen Hahn k, um das Eindringen des Wassers in diese Blasen zu verhüten, wenn das Gefäfs A geschüttelt werden mufs. Eine andere Blase c ist an einer, in ein Knie gebogenen und mit einem Hahn b versehenen, Röhre fest gemacht. Dieser Hahn wird gebraucht, die Verbindung der Blase c mit dem Gefäfse B, in welches die Röhre hineingehet, nach Belieben aufzuheben. Auch geht in das Gefäfs B ein gläserner Trichter e mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel f. Ferner befindet sich noch eine Oeffnung in dem Gefäfse A, welche mit einem Glasstöpsel oder mit einem silbernen Hahne verschlossen ist, um das angeschwängerte Wasser abzulassen. Mit dem kupfernen Rohre h ist endlich noch die kupferne Röhre n verbunden, welche fast bis zum Boden des Gefäfses A hinabgehet. Beim Gebrauche dieses Apparats wird das Gefäfs A ganz mit Wasser angefüllt; in B aber bringt man gröblich gestofsenen Marmor oder Kreide, dafs der Boden ohngefähr zwei Zoll hoch bedeckt ist, und giefst hierauf so viel Wasser, etwa in derjenigen Höhe, als die punktirte Linie anzeigt, hinzu. Der Hals des Gefäfses A wird mit einem Kork verschlossen, durch denselben die Röhre n gesteckt, und über den Kork fliefsendes Siegellak oder Wachs gegossen, um allen Zugang der äufsern Luft abzuhalten. In den Hals

des Gefäfses B wird ein Stück Mahagoniholz eingepafst, welches zuerst konisch abgedrehet und etwas stärker gelassen worden, als es die Weite des Halses erfordert; dieses Stück Holz wird in geschmolzenes Wachs gethan, und dasselbe heifs gemacht, bis das Holz schwarz zu werden anfängt; ist es wieder kalt geworden, so wird es nun genau nach der Weite des Halses abgedrehet. Die Röhren b, a, e gehen durch diesen hölzernen Stöpsel, in welchem sie luftdicht eingesetzt sind. Aus der Blase c wird hierauf alle Luft ausgeprefst, die Hähne l und k werden verschlossen, g und i geöffnet, die Luft aus den Blasen l l gedrückt, und g in h luftdicht hineingesteckt. Hierauf giefst man einen Löffel voll Vitriolöl durch den gläsernen Trichter e in das Gefäfs B, welcher alsdann gleich verschlossen wird. Die in dem Gefäfse B entwickelte Luft geht durch die Röhre d in die beiden Blasen l l, und treibt sie auf. Hierauf wird der Hahn k geöffnet, und durch die Oeffnung m ohngefähr der vierte Theil des im Gefäfse A enthaltenen Wassers abgelassen; der dadurch im Gefäfse A leer gewordene Theil füllt sich nun mit der entwickelten Luft, welche vom Wasser verschluckt, aber aus den Blasen immer wieder ersetzt wird, indem sich in B immer neue entwickelt. Wenn die Blasen zusammen gefallen, so mufs mehr Vitriolöl zugegossen werden. Will man die Operation der Anschwängerung schnell bewirken, so werden die Hähne bei g und i verschlossen, und b geöffnet; hierauf sondert man g und h, und schüttelt das Gefäfs A. Während des Schüttelns geht das in B entwickelte Gas in die Blase c, aus welcher es wieder in die Blasen l l geleitet werden kann, wenn der Apparat wie vorher zusammengesetzt wird. So lange das Gefäfs A geschüttelt wird, mufs k verschlossen bleiben, und erst wieder geöffnet werden, wenn neue Luft aus l l hinzukommen soll. Uebrigens mufs, wenn diese Operation gut von Statten gehen soll, die Wärme des Zimmers nicht über 44 Grad nach Fahrenh. gehen.

Durch diese Anschwängerungen ist es aber nicht leicht, den Grad der Sättigung des Wassers mit kohlensaurem Gas, der bei einigen natürlichen Sauerwassern Statt findet, zu erreichen, theils weil in verschlossenen Gefäfsen durch das Verschlucken des luftsauren Gas eine Leere entsteht, welche der Wiederentbindung des verschluckten Gas günstig ist, und theils weil die dazu nöthige Bewegung fehlt. Aus diesen Gründen hat D. *Baader* drei Einrichtungen angegeben; wobei diese Fehler vermieden werden. Bei der ersten dieser Maschinen wird ein luftdichter Blasebalg mit kohlensaurem Gas angefüllt, und dasselbe durch das zinnerne Rohr des Blasebalgs in einen mit Wasser gefüllten Cylinder getrieben. Dieser Cylinder ist wie der Cylinder einer Electrisirmaschine gefafst, so dafs man ihn mittelst einer Kurbel in schnellen Umlauf bringen kann. Durch die Mitte desselben geht eine zinnerne Scheidewand mit vielen Löchern, durch

welche bei der Umdrehung das Wasser durchgetrieben, und mit dem eingelassenen Gas stark durch einander geschüttelt wird. Die zweite Maschine stellt die Fig. 12 (Taf. XII) vor. Das gläserne Gefäfs A hat oben drei Oeffnungen c a b, so wie auch unten eben so viele d e f. Durch die Oeffnung a wird es mit Wasser gefüllt, das nachher nöthigen Falls durch c wieder abgelassen werden kann. Die beiden cylindrischen Blasebälge C und D sind mit dem gläsernen Gefäfse A durch kleine zinnerne Röhren, vermöge der Oeffnungen c und b und durch zwei längere m m und n n, vermöge der untern Oeffnungen d und f, in Gemeinschaft. Die beiden kleinen Röhren haben bei ihrer Mündung in dem Blasebalge Ventile, welche sich nach Innen in den Blasebalg öffnen. Auch bei d und f befinden sich zwei Ventile, welche sich nach den Mündungen des gläsernen Gefäfses A öffnen, in welchen zwei mit Haarröhrchen durchbohrte Stöpsel s s stecken, welche denen in der Parker'schen Maschine ähnlich sind. Die kleine kupferne Röhre k hat eine Verbindung mit dem Blasebalge D, und besitzt zugleich einen Hahn. Auch ist an dieser Röhre das biegsame lederne Rohr o o befestigt, welches am Ende l ein Stück Kork enthält, das in die Oeffnung der Entbindungsflasche B gesteckt und eingeklebt wird. Die Entbindungsflasche B besitzt noch eine andere Oeffnung in dem horizontalen Halse h, in welche der Hals einer Retorte G, die die Vitriolsäure enthält, eingeschmirgelt ist. Durch diese Einrichtung kann man nach Gefallen von Zeit zu Zeit so viel Vitriolsäure, als nöthig ist, in die Entbindungsflasche giefsen, ohne das luftsaure Gas heraus- oder atmosphärische Luft hineinzulassen, indem man nur die Retorte umzudrehen braucht.

Das gläserne Gefäfs A wird bis auf einige Finger breit unter seiner obern Oeffnung mit Wasser angefüllt, und bei a offen gelassen. Die beiden Blasebälge C und D werden dicht zusammengedrückt, und hierauf wird eine Vermischung der Kalkerde mit der Säure in B vorgenommen, während der Hahn k offen ist. Dieses Gas tritt in den Blasebalg D, nach dessen Füllung man den Hahn k wieder verschliefst, und es durch gelindes Zusammendrücken des Balges durch die Röhre m m in das Wasser prefst. Dasjenige, welches sich nicht mit dem Wasser verbindet, treibt die atmosphärische Luft über der Wasserfläche heraus. Nun verschliefst man die Oeffnung a, mithin geht alsdann das luftsaure Gas, das sich nicht mit dem Wasser verbindet, durch die Seitenröhre c in den Blasebalg C, und füllt diesen an. Durch gelindes Zusammenpressen wird auch diese genöthiget, durch die Röhre n n in das Gefäfs A zu gehen u. s. f. Das hinlänglich angeschwängerte Wasser wird durch e abgelassen, während a offen ist.

Die dritte Maschine des Herrn *Baader* ist zur Anschwängerung des Wassers im Grofsen bestimmt; es wird daher statt des Glasgefäfses ein grofses dich-

tes hölzernes Faſs angewendet; auch das Entbindungsgefäſs ist von hinlänglich starkem Holze. Die Blasebälge haben nicht die cylindrische, sondern die gewöhnliche Gestalt; die übrige Einrichtung ist ganz wie bei der zweiten Maschine.

Wilke zeigte noch, wie man statt des Schütteln die Luftsäure mit dem Wasser durch einen Wirbel in gröſsere Verbindung bringen könne.

Die erste Maschine, die er im Jahre 1779 der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften vorzeigte, war eingerichtet die Vereinigung im Groſsen anzustellen, und den Prozeſs mit derselben gleichförmig und ununterbrochen fortsetzen zu können. Ihre Einrichtung ist folgende: A B C D, Taf. XIII, Fig. 1, ist ein viereckichtes oder ovales blechernes oder hölzernes Gefäſs, so geräumig, daſs 2 cylindrische Glasglocken E und F darin befestigt, und ganz mit Wasser bedeckt werden können. Diese Glocken endigen sich oben mit einem offenen Halse; unten aber steht die eine E auf dem Boden des Gefäſses fest und dicht auf, die andere aber auf einer Unterlage einige Linien über dem Boden erhaben. Die obern Oeffnungen sind durch eine gekrümmte Glasröhre verbunden, welche in der Mitte bei G eine kleine Oeffnung hat, die verstopft werden kann. Auf dem Boden mitten unter E ist durch einen Kork der Wirbeldraht H eingesteckt, und wird auf demselben durch eine Rolle und Rad herum getrieben, neben diesem Korke geht eine andere Oeffnung herunter, in welche eine im rechten Winkel gebogene Glasröhre F eingesetzt ist, welche horizontal unter dem Boden bis zur Seite des Gefäſses geht, lothrecht auf das Profil, welches die Figur vorstellt. In diese Röhre passet wieder eine andere recht genau und fest, welche gleichfalls im rechten Winkel in die Höhe gebogen ist, K L, diese kann in die Höhe gedrehet werden, um dadurch die Glocke E mit Wasser zu füllen, und wieder niederwärts, wie K L, um dadurch dasselbe Wasser wieder abzuzapfen. Beide Glocken E und F werden jede mit ihren beiden Schrauben M N fest gegen den Boden gedrückt, damit sie beständig in derselben Lage bleiben. Die Kreideflasche O steht ausserhalb des Geräthes auf dem Rande, die Leitungsröhre P Q R derselben, welche auch in der Mitte mit einer groſsen Reserveblase S kann versehen werden, geht über das Bret des Gefäſses bei A in die Höhe, und endigt sich mit aufwärts gekehrtem Ende R unter der aufgehobenen Glocke F.

Bei dem Gebrauche des Apparats wird die Wasserglocke durch die Zapfröhre K L mit dem reinen kalten Wasser angefüllt, welches geschwängert werden soll, bis an das obere Luftloch G, welches jetzt offen ist; darauf wird der ganze Behälter A B C voll Wasser geschüttet; dieses Wasser treibt die Luft aus der Glocke F vor sich weg durch die Oeffnung G, welche darauf unter dem Wasser verschlossen wird. Nun wird die Kreideflasche O angelegt, um

die Glocke F mit Luftsäure zu füllen, welche das Wasser auf dem Boden wieder von da hinaus in den Behälter treibt, aus welchen es durch einen Zapfen bei B abläuft. Ist F auf diese Art zur Hälfte mit Luftsäure gefüllt, so wird gleichfalls etwas Wasser aus der Glocke E abgezapft, um der Luft durch den obern Kanal einen Zutritt zu verschaffen, worauf in E die Mischung selbst vermittelst Umdrehung der Rolle und des Wirbeldrahts vorgenommen wird. So wie nun das Wasser in E die Luftsäure anzieht, so steigt diese aus F heraus, und wird von dem Wasser in dem Behälter noch nachgedrückt, welches man bald an dem Steigen des Wassers in F sehen kann, das, sobald die Saturation vollendet ist, aufhört. Wenn das auf solche Art geschwängerte Wasser aus E abgezapft werden soll, so muſs man zuerst da nachsehen, ob F eine hinreichende Menge Luftsäure hat, um die Glocke E damit zu füllen, ohne daſs etwas Wasser aus F in den Communicationskanal treten darf. Wenn dieses ist, so wird die Zapfröhre K L niederwärts gedrehet, um das angeschwängerte Wasser in eine oder mehrere Bouteillen abflieſsen zu lassen. Darauf wird die Röhre wieder aufwärts gedrehet, um die Glocke E wieder mit frischem Wasser zu füllen, welches unmittelbar darauf wieder mit Luftsäure geschwängert und abgezapft wird, und so kann man die Operation so lange als man will, fortsetzen. Zu diesem Ende muſs man dafür sorgen, daſs das Luftmagazin F beständig mit hinreichender Menge Luftsäure gefüllt ist, zu welchem Endzweck man zwei oder drei Kreideflaschen zugleich unter F anbringen, und diese Glocke etwas gröſser als E machen kann. Auf diese Art kann die Operation beständig und ununterbrochen fortgesetzt werden. Das Wasser, das geschwängert werden soll, bleibt rein, ohne etwas anderes als Gas und Luftsäure zu berühren. Seine natürliche Kälte wird bei der Operation beibehalten, vorzüglich wenn um die Glocke in dem Behälter Eis gelegt wird. Auch geht gar keine Luftsäure verloren, auſser derjenigen, welche das Wasser in dem Behälter ein für alle Mal aufnehmen kann. Da die Luftsäure gewöhnlich mit einem Theile Luft gemischt ist, welche vom Wasser nicht eingesogen wird, und welche sich in den obern Kanal G legt, wo sie den freien Uebergang der Luftsäure in G hindert, und man dieses an dem unzeitigen Stillstehen des Wassers in F bemerkt, so darf nur die Oeffnung G etwas gelüftet, und die Luft heraus gelassen werden.

Um recht deutlich auſser dem Behälter zu sehen, wie alles im Glase bei dieser Operation zugeht, können statt der einen unterwärts offenen Flasche eine andere auf dem Boden verschlossene F, Fig. 2, und statt des Behälters A B C D eine andere dergleichen höhere Flasche T vermittelst einer auf dem Boden geöffneten Röhre Q mit einander verbunden werden, und die Luftsäure dadurch bei R in F geleitet werden, da dann das Wasser in F und T mit einander in Verbindung steht, das übrige bleibt eben so. Noch einfacher kann

die Vorrichtung vermittelst zweier Flaschen F und T gemacht werden, wenn der Wirbel unter F gesetzt wird, und diese Glocke oben ein kleines Luftloch hat. F wirg sodann durch T gefüllt, darauf das Luftloch verstopft. Nun wird das Wasser aus F abgezapft, F aber mit Luftsäure gefüllt, da daraus das Wasser in T getrieben wird, und bei der Schwängerung wieder zurück kömmt u. s. w.

Die zweite Maschine ist etwas einfacher, gleicht mehr der gewöhnlichen Art dieser Vorrichtungen, und ist für den täglichen Gebrauch vorzüglich geschickt. A B, Fig. 3. ist eine Porcellanschale mit niederwärts gehendem offenem Halse, in welchem der Kork mit dem Wirbeldrahte befestigt ist. Dieser Hals ist, auf einen vierkantigen hölzernen Boden C D gesetzt, welcher auf einem andern Boden F F zwischen aufstehenden Kantenleisten hin und her geschoben werden kann, um die Schnur dadurch zu spannen, welche um das Rad G und die Rolle H läuft, da denn die Boden vermittelst Gabeln und Schrauben an einander befestigt werden. Bei C ist eine Röhre, vermittelst welcher das Wasser aus der Schale abgezapft werden kann. T ist eine Glasflasche mit kurzem Halse, welche über den Wirbeldraht gesetzt wird. Die Kreideflasche O, welche *Wilke* bei dieser Maschine gebrauchte, hat drei Hälse, A, um die Leitungsröhre darin zu befestigen, B, um Kreide und Vitriolsäure hinein zu thun, C, um eine Rührmaschine hinein zu bringen, welche in einer im rechten Winkel umgebogenen Glasröhre mit einer kleinen Rolle am obern Ende besteht, die mit der Schnur eines dazu gehörigen Streichbogens hin und her gedrehet wird, um statt eines Quirls die Kreidemischung umzurühren, und dadurch die Entbindung der Luftsäure zu befördern.

Beim Gebrauch dieser Vorrichtung wird die Schale A B so weit mit Wasser gefüllt, dafs dieses über das Ende des Wirbeldrahts steht, da denn das Glas K mit Wasser gefüllt darüber gesetzt, und auf die gewöhnliche Art mit Luftsäure gefüllt wird. Alles Wasser wird alsdann durch die Röhre C aus der Schale abgezapft, und die Schale rein ausgetrocknet. Nun wird erst das reine kalte Wasser, das geschwängert werden soll, in die Schale gegossen, das Rad geschwind in Gang gesetzt, und mit dem Umdrehn so lange fortgefahren, bis das Wasser im Glase nicht höher mehr steigt. Man füllt darauf die Schale von Neuem mit Wasser, hebt die Flasche über dem Drahte auf, verstopft dieselbe unter dem Wasser mit einem Glaspfropfen, und nimmt sie zum weitern Gebrauch heraus. Eine andere dergleichen mit Luftsäure gefüllte Glasflasche kann dann wieder hineingesetzt, und die Operation auf diese Art fortgesetzt werden. Man kann sich hiebei eines gröfsern oder kleinern Glases bedienen, und auch daraus wieder das Wasser durch einen Glasheber in eine Bouteille füllen.

Der dritte Apparat ist auf Art des *Nooth*'schen Apparats besonders dazu eingerichtet, dafs man allerlei kleine Versuche damit anstellen kann. A Fig. 4. ist

ist eine kleine Glaskugel mit 2 Hälsen; in dem obern ist ein Glastrichter B eingeschliffen, dessen weite Röhre ganz in der Kugel A niedergeht. In den untern Hals wird der Kork mit dem Wirbeldrahte, welcher von Glas ist, befestigt; dieser reicht ganz in das Glas A hinein, und macht seinen Umlauf um die niedergehende Röhre des Trichters. Dieser Draht wird vermittelst der Rolle C getrieben, nicht wie bei der vorher beschriebenen Maschine durch ein Rad in derselben Ebene, sondern er wird durch eine Schnur und Streichbogen hin und her gestrichen, indem das ganze kleine Gestell, worauf das Glas ruhet, auf den Tisch geschroben wird. Beim Gebrauch desselben wird die Kugel A mit dem Wasser, das gesättigt werden soll, angefüllt, der Trichter B darauf gesetzt, und die Luftsäure vermittelst einer von oben durch den Trichter hineingesteckten kleinen Leitungsröhre F hineingelassen. Das Wasser, welches hindurch auf, und in den Trichter B steigt, indem es durch die Luftsäure gedrückt wird, kömmt wieder in die Kugel zurück, so wie es durch das Rütteln des Quirldrahts die Luftsäure einsaugt. Hierauf wird das gesättigte Wasser entweder durch einen Heber, oder durch die Zapfröhre D aus der Kugel ausgeschöpft. Die Luftsäure kann hiebei entweder unmittelbar aus der Kreideflasche in das Wasser in A geleitet, oder durch eine besonders dazu eingerichtete Flasche durch anderes Wasser geseihet werden.

Wilke bemerkt hiebei, dafs alle diese Einrichtungen auf mehrere Art verändert und zusammengesetzt werden, ohne dafs die Hauptsache selbst, welche erreicht werden soll, und welche auf den in dem Wasser sich hin und her bewegenden Quirldraht beruht, dadurch geändert wird. Wenn z. B. der engl. Trichter B Fig. 4. auf eine grofse Glocke E Fig. 1. gesetzt wird, so entsteht daraus eine ganz bequeme und artige Einrichtung, womit man sehr viel Wasser in kurzer Zeit schwängern kann, besonders wenn die Luftsäure durch eine besondere Oeffnung bei E entweder unmittelbar, oder durch anderes Wasser hinein gelassen wird.

Dafs auf die angegebene Art des Quirllens das Wasser sowohl geschwinder als besser mit Luftsäure gesättigt werde, als durch das gewöhnliche Schütteln, glaubt *Wilke* dadurch erweisen zu können, dafs, wenn man das geschwängerte Wasser nachher in einer Flasche rüttelt, man findet, dafs es seine Luftsäure gleichsam auf einen Stofs von sich giebt, und durch wiederholtes Schütteln aller Geschmack und Stärke verloren geht. (*Kongl. Vetensk. Acad. Nya Handlingar*, *Tom. III. För Ar.* 1782 *p.* 169 *ff*; der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften, neue Abhandl. u. s. w., aus dem Schwed. von Kästner, B. III. S. 161; Crell's chem. Annal. für 1785. B. I. p. 70 ff.)

Paul soll durch eine eigene Druckmaschine im Stande sein, das Wasser so mit kohlensaurem Gas anzuschwängern, dafs dasselbe sein dreifaches Volum

davon enthält. (Göttling's Taschenbuch für 1803. p. 186; Scherer's allgemeines Journal der Chem. B. V. p. 747.)

Fourcroy sagt: (*Système des conn. chimiq.* T. IV, p. 320) man sei dahin gelangt, durch starke Druckmaschinen das Wasser mit 4,5 bis 6 Mal seinem Volumen Kohlensäure anzuschwängern.

Bourguet drückt sich hierüber (in s. phys. Wörterb. B. II. p. 329) folgendermaafsen aus: Um die Anschwängerung des Wassers mit kohlensaurem Gas bequemer, oder in gröfsern Quantitäten vorzunehmen, hat man mancherlei Apparate erfunden, die aber, wenigstens zum Theil, eben so entbehrlich als kostbar sind.

Nach *Monge* (Antiphlogistische Anmerk. der Herrn *de Morveau*, *Lavoisier* u. s. w. zu *Kirwans* Abhandl. von Phlogiston u. s. w., aus dem Franz. und Engl. von Wolff, p. 184) findet man, wenn ein gläsernes Gefäfs abgekühlt wird, das mit fixer Luft angefüllt wurde, die einige Zeit mit Wasser in Berührung war, dafs sich die Seitenwände desselben mit einem Thau überziehn, wodurch sie undurchsichtiger werden, der ungleich häufiger ist, als derjenige, welcher sich unter ähnlichen Umständen aus der atmosphärischen Luft abzusondern pflegt.

Sennebier bemerkte (phys. chem. Abhandl. über den Einflufs des Sonnenlichts u. s. w. T. IV. p. 204) folgende Verminderungen der fixen Luft, als er am Mittage des 4ten Jan. 1783. drei Maafs davon im Finstern unter eine tubulirte mit Wasser gefüllte Glocke brachte:

Um 2 Uhr war sie vermindert auf $2\frac{1}{3}$ Maafs.
— 4 — — — — — — — $\frac{7}{8}$ —
Den 5ten um 9 — — — — — — — $\frac{1}{2}$ —
— 3 — — — — — — — eine Blase.

Die ersten Verminderungen waren die schnellsten.

Als *Clement* und *Desormes* kohlensaures Gas durch eine mit Wasser gefüllte Flasche, aus welcher es in eine mit trockner salzsaurer Kalkerde versehene Röhre überstieg, streichen liefsen, so bemerkten sie, dafs es an das Salz nicht mehr Wasser, als die eben so behandelte atmosphärische Luft und das Stickstoffgas absetzte, welches von 36 Litres Gas 0,33 Grammen, vom Cubikfufse 0,313 Grammen, 5,89 Gran betrug. Die Temperatur des angewandten Wassers war der der Atmosphäre und des Gas gleich, welche immer nach dem Thermometer von 100 Graden 12 bis 13° betrug. Der Druck war einem Gewichte von 762 bis 765 Millimetres gleich, und das Wasser war, um die Kohlensäure nicht aufzulösen, vorher mit derselben gesättigt. (Wolff's Annalen der chem. Litteratur, B. I. p. 378; Trommsdorff's Journ. der Pharmacie, B. X. St. 2. p. 286).

Cavendish beobachtete, daſs das Wasser eine gewisse Portion fixer Luft nicht stärker, als gemeine Luft verschlucken könnte, und diese soll nach seiner Bestimmung ohngefähr den 60sten Theil derselben ausmachen.

Als *Priestley* in zwei mit vieler Sorgfalt angestellten Versuchen die Luft aus mit fixer Luft angeschwängertem Wasser trieb, und nun wieder von nicht geschwängertem Wasser einsaugen lieſs, so fand er, daſs eine eben so groſse Portion von daraus getriebenen Luft von dem Wasser nicht absorbirt wurde, als von der frsich durch Vitriolöl aus Kreide entbundenen. Um sich von dem Factum noch gewisser zu überzeugen, wendete er bei einem Versuche die gröſste Vorsicht an, allen Irrthum zu vermeiden. Er nahm Regenwasser, lieſs es, um es von aller Luft vollkommen zu reinigen, zwei Stunden lang kochen, imprägnirte es lange vorher, ehe es kalt wurde, mit fixer Luft. Um die fixe Luft daraus zu entbinden, that er es in eine Flasche, setzte dieselbe in ein Gefäſs mit Wasser, das er über das Feuer setzte, und sah sorgfältig darauf, daſs sowohl die Flasche, in der er das Wasser hatte, als auch das gläserne Rohr, wodurch die Luft sich entbinden sollte, vollkommen mit dem Wasser angefüllt war, so, daſs man nicht die geringste gemeine Luft in der Flasche und dem Rohre bemerken konnte. Unter dieser Vorrichtung nun fing er die entbundene Luft in dem Wasser auf, welches fast gar keine andere Luft enthielt, damit sich nicht etwa, wenn er das Gefäſs ein wenig schütteln muſste, um die schnellere Absorbtion zu befördern, die geringste Luft daraus entbinden durfte. Aber dieser Vorsicht ohngeachtet, blieb ihm immer noch sehr viel Luft übrig, und das Wasser verschluckte noch so viel, als es nach der Bestimmung des Herrn *Cavendish* aufnehmen sollte. Da einmal unter andern der Rest der fixen Luft das Kalkwasser sehr wenig trübte, untersuchte er ihren Zustand, und fand durch die Probe mit Salpeterluft, daſs er nur sehr wenig schlimmer, als gemeine Luft war; denn es nahmen zwei Maaſse von dieser Luft, und ein Maaſs von der Salpeterluft nur einen Raum von 2 Maaſsen ein. (Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, Th. II. aus dem Engl. p. 216 f.)

Gren erwähnt (in Crell's Beiträgen zu den chem. Annalen, B. II, p. 303) *Macquer* behaupte, daſs fixe Luft nach dem Einsaugen durch Wasser phlogistisirte Luft zurück lasse, und mit der Zeit ganz darin verwandelt werde. In seinem chem. Wörterb. (B. II, übersetzt von *Leonhardi*, p. 717) bemerkt *Macquer* nur, es sei merkwürdig, daſs, so oft man mephitisches Gas mi Wasser verbinde, allezeit in dem obern Theile des Recipienten eine gewisse Menge luftartiger Materie übrig bleibe, welche das Wasser anzunehmen sich weigere, ohngeachtet es noch weit von seiner Sättigung mit Gas entfernt sei, wovon man sich deutlich überzeugen könne, wenn man in dem Recipienten

eine neue Menge mephitischen Gas bringe, wovon der gröfste Theil sogleich vom Wasser eingesogen werde. Diese luftartige Substanz, welche das Wasser nicht auflöset, sei nichts anders als Luft, aber, ob sie gleich weit weniger mephitisch, als das zum Imprägniren anzuwendende Gas sei, und sie anfange zum Athemholen und zur Verbrennung zu dienen, so sei sie demohngeachtet doch keine reine Luft, sondern die, welche die meisten Naturforscher phlogisticirte Luft nennen.

Leonhardi machte dazu (a. a. O.) folgende Note: Das Rückbleibsel der Luftsäure, welches sich vom Wasser nicht einsaugen läfst, ist nur zum Theil phlogisticirte, zum Theil aber zum Athmen taugliche Luft. Es wird von der Salpeterluft, obgleich in einem geringern Verhältnisse, als die gemeine Luft, verschluckt, kann auch noch geathmet werden, und ist kaum so sehr verderbt, dafs es Lichter auslöschen sollte.

Kirwan sagt: (phys. chem. Schriften, durch Crell übersetzt, B. I. p. 112) wenn fixe Luft zu wiederholten Malen in Wasser aufgelöfst und wieder ausgetrieben werde, so lasse sie allezeit einen Rückstand, welcher im Wasser unauflösbar sei, sich durch Salpeterluft verringern, und zur Unterhaltung des thierischen Lebens gebrauchen.

Nach *de la Metherie* (über reine Luft, teutsche Ausgabe, B. I. p. 198) bleibt bei der Vermischung des Wassers mit Luftsäure immer ein kleiner Theil übrig, der nicht verschluckt wird, und dessen Menge nach der verschiedenen Reinigkeit der Säure sehr verschieden befunden wird. Er fing sehr reine Luftsäure, aus weifsem Marmor und geschwächter Salzsäure bereitet, in einer mit Quecksilber angefüllten, und umgekehrt in einem Gefäfse mit Quecksilber stehenden Flasche auf. Dann trug er die Flasche in ein Gefäfs voll destillirten Wassers, und liefs sie verschiedene Tage ruhig stehen. Das Wasser stieg allmählig hinein, und nach Verflufs von 4 Tagen blieb nur $\frac{1}{11}$ Luft übrig, die durch Salpeterluft nicht im Geringsten vermindert wurde.

Eben derselbe liefs (a. a. O. p. 219) 4 Zoll Luftsäure von 24 Zollen destillirten und gut gesottenen Wassers einsaugen, zog dann die Luft durch Kochen wieder hinaus, und liefs sie zum zweiten, dritten und vierten Male einsaugen. Endlich blieb ihm 0,89 eines Zolles Luft übrig, welche nicht eingesogen ward. Ein Maafs dieser Luft und ein Maafs Salpeterluft gaben ihm 1,62. Sie enthielt also einen Theil reine Luft, und der Ueberrest war phlogistische.

Auch *Fabroni* (*Dell arte di fàre il vino, ragionamento di Ad. Fabbroni, premiata della reale accademia economica da Firenze*, 1787; Crell's chem. Annal. für 1789, B. II. p. 187) führt an, dafs, wenn man feste Luft aus Wasser, das man vorher damit gesättigt hatte, austreibe, man nie das ganze vorige Gewicht der Luft wieder erhalte.

Spallanzani und *Göttling* (Ritters Darstellung der neuern Untersuchungen über das Leuchten des Phosphors u. s. w. 1tes Stück, p. 77,78; Neues allgem. Journal der Chemie, B. II. Heft 4 p. 437) fanden, daſs der bei der Absorbtion des kohlensauren Gas bleibende Rückstand 0,015 des Gas betrug, und reines Salpeterstoffgas war. 1)

Nach anderen Beobachtungen wird indeſs das reine Gas vom kalten Wasser gänzlich verschluckt. (Gehler in s. phys. Wörterb. B. II. p. 897; Schnaubert in Trommsdorff's Journal der Pharmacie, B. XII. St 2. p. 68)

Bergmann fand die specifische Schwere des destillirten mit Luftsäure geschwängerten Wassers zu der des destillirten Wassers, bei 2° Celsius, gleich 1,0015 : 1,0000. (Dessen phys. chem. Werke, B. I, aus dem Lateinischen, von Tabor, p. 35; Cavallo über Luft, aus dem Engl. p. 571; Macquer's chem. Wörterb., v. Leonhardi herausgegeben, B. II, p. 720) Auch *Bourguet* (chem. Wörterb., B. II, p. 328) und *Hildebrandt* (Encyclop. der Chemie, B. I. 250.) führen dieselbe specifische Schwere der tropfbar flüſsigen Kohlensäure bei 36° Fahr. oder + 1$\frac{7}{9}$ Reaum. auf.

Lavoisier fand die Schwere des geschwängerten Wassers zu der des destillirten Wassers bei 19$\frac{1}{4}$ Reaum. = 1000,332 zu 1000,000. (Dessen physikal. chem. Schrift, aus dem Franz. von Weigel, B. I, p. 167, bei Cavallo a. a. O; bei Macquer a. a. O.) 2)

Eis absorbirt das kohlensaure Gas nicht. (Priestley in den *Philosoph. Transact.* Vol. LXII, p. 154, in der *Encyclop. méthodiq. Chimie*, T. III. p. 466, und in Erxlebens physik. chemischen Abhandlungen, B. I. p. 63; Hildebrandt in s. Encyclp. der Chemie, Th. I. p. 250).

Durch Beimischung von ohngefähr einem gleichen Volumen kohlensauren Gas, bekommt das Wasser einen erfrischenden, stechenden, angenehm sauren, gleichsam geistigen Geschmack, wie Pyrmonter Wasser oder Champagner Wein. (Cavendish in *Philosoph. Transact.* Vol. LVI, p. 166, und *Encyclop. méthod. Chimie*, III. p. 370; Priestley in den Versuchen und Beobacht. über Luft, Th. I, p. 30; Bergmann in Crell's neuesten Entdeckungen in

1) *Dem Spallanzani war es am wahrscheinlichsten, daſs dieser Rückstand in dem zur Darstellung der Kohlensäure gebrauchten Kalkspat befindlich gewesen sei. Viele schlossen aus diesen Versuchen, daſs das kohlensaure Gas durch Wasser zersetzt werde; jetzt ist man indessen fast durchgängig der Meinung, daſs der Rückstand von aussen hinzu komme.*

2) *Auf die Angabe des specifischen Gewichts des mit kohlensaurem Gas angeschwängerten Wassers im Allgemeinen ist wohl wenig zu fussen, da dasselbe nach der verschiedenen Menge des absorbirten Gas verschieden ist, und diese wieder nach den verschiedenen Anschwängerungsmethoden sehr variiren.*

der Chemie, B. I. p. 97; Rutherford in Roziers *Observat. et memoir.* T. I, 4. 1773. Juin p. 450 f., und Crell's neuesten Entdeck. in der Chemie, B. XII. p. 190; Sennebier in s. phys. chem. Abhandl. über den Einfluſs des Sonnenlichts u. s. w., aus dem Franz. Th. IV, p. 251; Erxleben in s. phys. chem. Abhandl. B. I. p. 61; Kratzenstein in seinen Vorlesungen über Experimentalphysik, p. 105; Morveau in der *Encyclop. méthod.* T. I, p. 85; Macquer in s. phys. Wörterb. B. II. p. 718 der Uebersetz. von Leonhardi; Meyer in s. Anfangsgründen der Naturl. p. 364.)

Font'ana sagte zwar, (Rozier's *Observ. sur la physique etc.* 4. Vol VI. Octob. 1775, p. 280—289; Crell's Beiträge zu den chem. Annalen, B. III, St. 3. p. 374.) er habe es vergebens versucht, Wasser durch solche feste Luft sauer zu machen, die man ohne Beihülfe von Säuren, z. B. durch Fäulung erhalte; das Wasser habe dabei nur einen faulen Geruch und Geschmack angenommen, und glaubte deshalb, daſs Säure bei der festen Luft nur zufällig sei, und die Säure, die das Wasser bei der Anschwängerung damit erhält, derjenigen Säure, die man zu der Austreibung der Luft anwende, beizumessen sei; indessen konnten *Priestley* und *Hey* (*Philosoph. Transact.* Vol. LXII, p. 152; Fontana's phys. Untersuchungen über die Natur der Salpeterluft, aus dem Franz. und Italien. durch von Wasserberg, p. 205; Erxlebens phys. Abhandl. p. 65) keine Spur von dem Vitriolöl, mit dem sie ihr Gas ausgetrieben hatten, in dem mit letzterm geschwängertem Wasser finden; auch haben alle oben angeführten spätern Erfahrungen es dargethan, daſs die reinste Luftsäure im Stande sei, dem Wasser den bemerkten frischen säuerlichen Geschmack zu ertheilen.

Wenn man das mit kohlensaurem Gas geschwängerte Wasser ausgieſst, so perlt es, und bildet viele Blasen und kleine Wellen. (Macquer a. a. O. B. II. p. 719; Erxleben a. a. O.) 1) Das geschwängerte Wasser färbt die Lackmus-

1) *Durch den Geschmack und das Perlen des kohlensauren Wassers, welche Eigenschaften man auch an den Sauerbrunnen wahrgenommen hatte, kam man zuerst auf die Idee, daſs dasjenige, was diesen letztern Wassern ihre auszeichnende Eigenschaften gebe, wohl die Kohlensäure sein möchte. Schon* Saup (*Beschreibung der pyrmontschen Sauerbrunnen und Stahlwasser, Hannover* 1750 8.) *behauptet, daſs das Pyrmonter Wasser etwas den erstickenden Dämpfen der Hundsgrotte ähnliches enthalte; Auch Dr.* Brownrigg *hielt das elastiste Wesen der Spaa und Pyrmonterbrunnen für etwas mit dem erstickenden Schwaden der Bergwerke übereinkommendes, und* Lane Philosoph. Transact. Vol. LIX. for 1769), *daſs die im Wasser gleichsam fixirte Luft das Eisen auflöslich mache. Nachdem aber die Natur der fixen Luft durch* Black *und* Priestley *näher bestimmt war, zeigten T.* Bergmann (Opusc. phys. et chemic, B. I. *Abhandl.* I. p. 68 u. s. w.) Venel (Memoires présensés à l'Academie

tinktur roth, (Fontana, in Crell's Beiträgen zu den Annalen, B. III. St. 3. p. 375; Spielmann, in der *Historia Aëris factitii, quam praeside Drm. Jac. Reinboldo Spielmann etc. defendet Joan. Fridericus Corvinus. Argentorati*, MDCCLXXVI, und im phys. chem. Mancherlei, Th. I. Berlin 1781. p. 18) den Veilchenaufguſs aber nicht. (Fontana a. a. O.)

Priestley will bemerkt haben, daſs Wasser, welches er lange in fixer Luft stehen lieſs, einen sehr unangenehmen Geschmack annahm. (Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, aus dem Engl., B. I, p. 33.) Ein Mal schmeckte es ihm wie Theerwasser.

Auch führt er (a. a. O. p. 30) einem Brief von einem gewissen *Falkoner* an, worinn ihm dieser meldet, daſs er den Theerwassergeschmack an einer Portion Wasser, die er schon vor drei Jahren mit fixer Luft angeschwängert hatte, bemerkte. Gewiſs rührte dieser Geschmack von beigemengten fremdartigen Theilen her.

Im luftleeren Raume entwickelt sich das Gas sogleich aus dem damit geschwängerten Wasser, und man kann daher letzteres durch die Luftpumpe wieder davon reinigen. (Priestley a. a. O. p. 32 in der *Encyclop. Chim.* T. III. p. 466; Gehler in s. phys. Wörterb. B. II. p. 397; Cavallo in s. Abhandl. über Luft u. s. w., aus dem Engl. p. 568; Bourguet in s. chem. Wörterb. B. II. p. 317).

Kohlensaures Gas, Wasser und Sauerstoffgas.

Cavallo (a. a. O. p. 246) und *Halle* (Magie, B. II. p. 74) führen an, es lasse sich mit fixer Luft verunreinigte dephlogistisirte Luft von ersterer reinigen, wenn man das Luftgemenge so mit Wasser schüttele, als ob man das Wasser mit fixer Luft anschwängern wolle; indessen fanden *Laplace* und *Lavoisier* (Lavoisiers phys. und chem. Schriften, aus dem Franz. von

des sciences à Paris par divers savans. T. II.) *daſs diese Säure es sei, welche den Sauerwassern ihre Eigenthümlichkeiten vorzüglich ertheile, so, daſs man dieselben, wie* Bergmann (de aquis medicatis frigidis arte paradis, Opusc. B. II. art. 6. p. 186 ff.), Venel (a. a. O.), Rouelle (Roux Journal de médicine, chirurgie, pharmacie etc. 1774. Mai.), Duchanoy (Essai d'imiter les eaux minerales à Paris 1780; 8.), Laugier (Mineralogie nouvelle ou l'art de faire les eaux minerales. Sans. 1786. 8.) H. Meyer (*Schriften der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, B. IV.* 1781, *p.* 313 *ff.*) *und Pr. Köstlin* (*von der Methode die Sauerbrunnen vermittelst der fixen Luft nachzumachen, Stuttgard* 1780. 8.) *gezeigt haben, vermittelst dieser Säure sehr gut nachmachen kann.*

Weigel, B. III. p. 365) daſs eine solche verunreinigte dephlogistisirte Luft, nachdem sie verschiedene Monate über Wasser gestanden hatte, doch noch $\frac{1}{17}$ fixe Luft enthielt.

Kohlengesäuertes Wasser und Kohle.

Mischt man mit kohlengesäuertem Wasser Kohlenpulver, so entzieht dieses dem Wasser die Kohlensäure so vollkommen, daſs das Kalkwasser von diesem Wasser nun nicht mehr getrübt wird. (Gehler's phys. Wörterb. B. V. p. 529; Fischer's physik. Wörterb. B. III. p. 140; Lowitz (zuerst) bei Crell in den Annalen für 1791. B. I. p. 512 und Göttling's Taschenbuch für 1798. p. 143.)

Als *Parrot* und *Grindel* vollkommen glühende Kohlen in Quecksilber gelöscht, dann in Wasser getaucht, und mit Kohlensäure darauf in Verbindung gebracht hatten, so geschah die Absorbtion sehr schnell, und durch kleine Portionen Kohle. Beim Eintauchen der Kohle in Wasser bemerkte man ein schwaches Brausen. (Scherer's allgem. Journal der Chemie, B. IV. p. 445.)

Kohle, Sauerstoffgas, Wasser und Wärme.

Cavendish fand, daſs das Wasser desto mehr von der fixen Luft auflöse, je kälter es ist (Encyclop. III. p. 370). Bei dem 55sten Grade der Wärme nach Fahr. konnte er mehr als eine gleiche Menge dem Umfange nach von Wasser und fixer Luft mit einander vereinigen (Macquer's chem. Wörterbuch, von Leonhardi übersetzt, B. II. p. 716.)

Nach *Bergmann* (*Opusc. phys. et chim.* I. 9; Macquers chem. Wörterbuch, von Leonhardi herausgegeben, B. II. p. 716) nimmt das Wasser bei dem letzten Grade der Wärme nach Celsius Thermometer dem Raume nach mehr, als es selbst beträgt, bei dem zehnten kaum ein gleiches Volumen, und bei einem noch höhern Grade der Wärme noch weniger von der Luftsäure auf. Dasselbe Resultat führt auch *Bourguet* an (in s. chem. Wörterb. B. II. p. 316.)

Fourcroy meldet, (*Système des connaissances chimiq.* T. II. p. 49) bei 12° Reaum. fasse das Wasser $\frac{1}{717}$ seines Gewichts, oder ohngefähr sein Volumen vom kohlensaurem Gas, es könne aber beinahe das Doppelte bei 2 oder 3° über 0 einnehmen.

Beim Sieden verliert das imprägenirte Wasser seine Kohlensäure wieder (Cavendish in d. *Philosoph. Transact. Vol. LVI. p.* 164, in Erxlebens phys. Abhandl. B. I. p. 64; Priestley in d. Vers. und Beobacht. Th. I. p. 30); doch wird dazu nach Priestley (a. a. O. p. 30, und B. II. p. 281), und Ca-

vallo

vallo (a. a O. p. 569) oft mehr als eine halbe Stunde Zeit erfordert, ehe die Hitze sie gänzlich austreibt.

Percival sagt: (bei Priestley a. a. O. B. II, p. 371.) die gegenseitige Verwandtschaft beider sei so grofs, dafs sie auch bei sehr grofsen Veränderungen der Temperatur nicht getrennt werden könnten.

Achard bemerkt, um die mit dem Wasser verbundene fixe Luft auszutreiben, dürfe man es nur einem gewissen Grade der Hitze aussetzen, welcher nicht so grofs zu sein brauche, als der, bei dem es kochet.

Dafs das Wasser um desto mehr Kohlensäure einnehme, je kälter die Temperatur ist, bei der der Imprägnationsprozefs vorgenommen wird, bestätigen auch *Fourcroy* (*Système des conn. chim.* T. II. p. 39), *Cavallo* a. a. O. p. 569), *Hildebrandt* (Encyclop. der Chemie, Th. II, Heft 10, p. 460.)

v. Humboldt führt (über unterirdische Gasarten, p. 224) an, das Wasser sauge um desto mehr Luftsäure ein, je reiner es sei, je gröfsere Oberfläche es der mit Luftsäure gemengten Luftart darbiete, je kälter und je bewegter es sei. Bei dem gewöhnlichen Drucke der Luft, und bei mäfsiger Wärme nehme das Wasser so viel Luftsäure in sich, als sein Volumen betrage, aber bei Kälte, die sich dem Eispunkte nähere, jedoch denselben nicht erreicht haben dürfe, verschlucke es weit mehr von der Luftsäure, als sein Volumen ausmache.

Bergmann sagt: (phys. chem. Werke, übersetzt von Tabor, B. I. p. 36; Macquer's chem. Wörterb., von Leonhardi herausgegeben, B. II. p. 719) wenn Wasser in einer solchen Kälte, dafs es nur auf wenigen Graden der Wärme über dem Gefrierpunkte stehe, mit fixer Luft gesättigt werde, so habe es einen kaum merklichen Geschmack, wenn es aber eine Viertelstunde hindurch an einen Ort von + 15 oder + 20° Celsius gestellt ist, so werde nach und nach seine reizende und angenehme Säure entwickelt.

Durchs Gefrieren wird das imprägnirte Wasser von der Kohlensäure getrennt; (Cavendish in d. *Philosoph. Transact. Vol. LVI. p.* 164, Neuen Hamburger Magazin, B. XII. p. 419; Priestley in d. *Philosoph. Transact. Vol. LXII. p.* 155, und in s. Versuchen und Beobacht. über verschied. Theile der Naturl. B. I. p. 334; Gehler in seinem phys. Wörterbuch, B. II. p. 397; Cavallo a. a. O. p. 569; Hildebrandt in der Encyclop. der Chemie, B. I. p. 196; Fourcroy a. a. O. p. 39 f.) nach *Bergmann* vollkommener, als durch irgend ein anderes Verfahren. (*Opusc. phys. et chem.* T. I. p. 9.)

Selle bemerkte, (Neue Beiträge zu der Natur- und Arzneiwissenschaft, I. p. 209) dafs, nachdem ein geschwängertes Wasser in der (angeführten) Noothschen Maschine zum Theil eingefroren war, das noch flüfsig gebliebene einen weit stechernden und stärkern Geschmack befafs, als das Wasser vorher, so, dafs es schien, als ob man das gashaltige Wasser durch Ausfrieren verstärken könne.

Landriani will beobachtet haben, (*Opuscoli fisico chimici del Caval. Marsil. Landriani. Milano* 1781. 8.) dafs etwas mit fixer Luft beladenes Wasser an der Luft viel eher friere, als reines.

Als *Crawford* in einem Zimmer, dessen Temperatur 52 Fahr. war, $\frac{1}{4}$ einer Pinte mephitischer Luft 1), nachdem er sie in einer Blase bis zu 104° Fahr. erwärmt hatte, in eine Pinte Wasser = 54° brachte, fand er die Temperatur des Wassers

			Oberfläche.	Boden.
Nach Verlauf	1	Minute	= 55°	54°
— —	2	— fast	= $54\frac{1}{4}$	fast $54\frac{1}{4}$
— —	3	— —	= $54\frac{1}{4}$	— $54\frac{1}{4}$

Die Blase, welche die Luft enthielt, theilte einer Pinte Wasser $\frac{1}{4}$° Wärme mit, nachdem er sie ihrer Luft entledigt, und 50° wärmer gemacht hatte, als die Temperatur des Wassers war. Bei öfterer Wiederholung des Versuchs war immer der Erfolg derselbe. (Crawford's Versuche über die thierische Wärme, aus dem Englischen, Leipzig 1785, p. 42)

Morgan füllte eine Schweinsblase, in der vorher ein Thermometer befestigt war, mit fixer Luft an, und bedeckte sie so lange mit heifsem Sande, bis das Thermometer auf 112° stieg; jetzt nahm er die Blase aus dem Sande, und tauchte sie mit der gröfstmöglichsten Geschwindigkeit in eine Pinte Wasser = $62\frac{1}{4}$°. Zwei in dem Wasser angebrachte Thermometer stiegen stufenweis, bis beide endlich nach Verlauf von 3 Minuten bei $63\frac{1}{2}$ stehen blieben.

Dieselbe Flasche füllte er nun, nachdem er sie vorher völlig getrocknet hatte, aufs Neue mit einer gleichen Menge der fixen Luft an, und bedeckte sie so lange mit Sand, bis der Wärmemesser auf 112° stieg. Hierauf drückte er die erwärmte Luft durch eine Oeffnung im Stöpsel heraus, und tauchte die ganz leer gemachte Blase, nachdem er vorher die erwähnte Oeffnung wieder mit einem kleinen Korke verstopft hatte, in eine Pinte Wasser, dessen Wärme wie vorher $62\frac{1}{4}$° war; nach Verlauf dreier Minuten standen beide Thermometer über $63\frac{1}{4}$°. (bei Crawford a. a. O. p. 102). Er bediente sich auch, um die Luft zu erwärmen, statt der erwähnten Blase einer Florentiner Flasche, welche in Wasser getaucht wurde; das Resultat des Versuchs war aber immer dasselbe. Ferner stellte er den Versuch auch noch auf folgende Art an: An ein dickes Brett von Tannenholz, das ohngefähr 5 Fufs lang und $1\frac{1}{2}$ Fufs breit war, befestigte er 2 Gestelle, auf das eine, das gröfser und niedriger war als das andere, setzte er einen mit warmem Wasser = 116 angefüllten Eimer, und auf das andere ein zinnernes Gefäfs, das eine Pinte kaltes Wasser = 64° enthielt. Hierauf tauchte

1) Aus Kalkerde durch Schwefelsäure entwickelt.

er in den Eimer, an dem er vorher eine kupferne mit einem Hahn versehene Röhre angepaſst hatte, eine Blase, die eine Menge atmosphärischer Luft enthielt. — An der einen Seite des zinnernen Gefäſses nahe am Boden hatte er eine hohle Röhre befestigt, deren eines Ende durch eine im Brette gemachte Oeffnung einen halben Zoll hervorragte, das andere aber an der innern Seite des zinnernen Gefäſses befindlich war, so, daſs der Hals einer zusammen gefalteten Blase darum gebunden werden konnte. Auf diese Art bewirkte er, daſs beide Blasen mit einander Gemeinschaft hatten, indessen zu gleicher Zeit mittelst des Bretes verhindert wurde, daſs das im Eimer befindliche Wasser die Temperatur desjenigen, welches das zinnerne Gefäſs enthielt, nicht ändern konnte. Die leere Blase, die im kalten Wasser schwebend hing, war von der Gröſse, daſs sie, wenn sie gefüllt worden wäre, eine Pinte Luft enthalten haben würde. In eben dieses Wasser wurde auch ein Thermometer gehängt, und zwar so, daſs es die Seite des zinnernen Gefäſses nicht berührte. Nach dieser Vorbereitung, und nachdem er die Blase und kupferne Röhre mit dem Hahne mit beiden Händen unter das Wasser in den Eimer gehalten hatte, bis die Luft in der Blase dieselbe Wärme bekommen hatte, welche dies Wasser besaſs, öffnete er gemächlich die kupferne Röhre, und nahm, während er sorgfältig Acht gab, daſs die Blase völlig untergetaucht war, einen kleinen Kork heraus, der in der Absicht hinein gesteckt war, daſs kein Wasser in den Hahn kommen konnte, so, daſs es folglich in die Blase gepreſst wurde. Er befestigte hierauf diesen Hahn in den Theil der hohlen Röhre, der durch das Bret durchging; und als er mit seiner Hand unter dem Wasser die Blase drückte, so ging plötzlich die erwärmte Luft, welche dieselbe enthielt, in die andere Blase über, die, da sie nun ausgedehnt war, das Wasser in dem zinnernen Gefäſse so in die Höhe trieb, daſs sie völlig damit bedeckt war. Er drehete nun den kupfernen Hahn, um alle Gemeinschaft mit der in der Blase zurück gebliebenen Luft aufzuheben, und lieſs alles drei Minuten lang in diesem Zustande, allein während dieser ganzen Zeit war das Wasser im zinnernen Gefäſse nicht um $\frac{1}{10}$° wärmer geworden. (a. a. O. p. 104).

Kohlensäure, Wasser und Electricität.

Priestley fand, daſs das mit fixer Luft geschwängerte Wasser kein so guter Leiter der Electricität sei, als das, welches mit irgend einer mineralischen Säure vermischt worden ist. (Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre, aus dem Engl. T. III, p. 227).

Hildebrandt führt (Encyclop. der Chemie, Th. I, p. 204) an, der electrische Funken zerlege das Wasser, wenn es sich als Dunst im kohlensauren Gas befindet, in *Gas hydrogène* und *Gas oxygène*.

Saussure fand, dafs das durch Electrisiren ausgedehnte kohlensaure Gas durch damit in Berührung gebrachtes Wasser nicht noch mehr ausgedehnt werde. 1) (*Journal de physique*, T. XLIV, p. 450.)

Kohlensäure, Wasser und Galvanismus.

Hisinger und *Berzelius* fanden (Neues allgem. Journal der Chemie, B. I. p. 146) dafs die im Wasser aufgelöfste Kohlensäure sich durch die Galvanische Säule nicht zersetzen lasse.

Kohle, Wassserstoffgas und Wasser.

Als *Priestley* der erhitzten Kohle brennbare Luft einsaugen liefs, indem er Stücke derselben in Glasglocken, worinn sich die Luft mit Quecksilber gesperrt befand, brachte, und nochmals durch Eintauchen in Wasser wieder hinaus trieb, so erhielt er phlogistisirte Luft. Er bemerkt aber zugleich bei der Bekanntmachung dieses Versuchs, er erinnere sich auch auf diese Art die vorher eingesogenen brennbare Luft wieder zurück erhalten zu haben. (*Experiments and observations relating to the analysis of atmosphaerical air; also farther experiments relating to the generation of air from Water. Read before the American philosoph. society Feb. 5. and 19. 1796. To which are added Considerations on the doctrine of Phlogiston and the decomposition of Water. Addressed to Messrs. Berthollet. By Jos. Priestley, London* 1796; Scherers Archiv für die theoretische Chemie, B. I. Heft 1, p. 167.)

Da *de la Metherie* (üb. reine Luft u. s. w., teutsche Ausgabe, B. I. p. 164) eine glühende Kohle unter Quecksilber ausgelöscht, sie dann unter eine mit brennbarer Luft 2) angefüllte Glocke gethan, und nachdem sie ihr doppeltes Volumen davon eingesogen, sie nun in ein Gefäfs voll Wasser gebracht hatte, so schied sich da das Gefäfs unter eine Glocke gebracht war, ohngefähr ¼ der ein-

1) Hierauf gründet er eine Wiederlegung der Meinung *Monges* und *van Marum's*, dafs man die durch Electricität bewirkte Ausdehnung des kohlensauren Gas (S. kohlensaures Gas und Electricität) der Zerlegung des stets mit dem kohlensauren Gas verbundenen Wassers zuzuschreiben habe, und einen Beweis für die Zerlegung des kohlensaures Gas selbst durch Electricität.

2) Durch Eisen und Vitriolsäure erhalten.

gesogenen Luft, zuweilen mehr ab. Als er zwei Maase dieser Luft mit einem Maase reiner Luft verpuffen liefs, so gaben sie 0,80, 0,90. Da er zu einem Maase der erstern ein Maas gute Salpeterluft mengte, so entstand eine beträchtliche Verminderung; die beiden Maase wurden bis zu 1,80 gebracht.

Gekohltes Wasserstoffgas und Wasser.

Das gekohlte Wasserstoffgas läfst sich mit dem Wasser nicht verbinden. (Scherer's Darstell. d. chem. Untersuch. der Gasarten p. 9; Hildebrandt's Encyclop. der Chemie, B. I p. 208; Gehler's phys. Wörterb. B. V p. 429.)

Fourcroy sagt (*Système des Conn. chim. T. II p.* 16; *Encyclop. méthod. Chim. IV p.* 190), das Wasser habe nur wenig Wirkung auf das gekohlte Wasserstoffgas, indessen erhalte es doch dadurch einen stinkenden Geruch, und löse mehr davon auf, als von reinem Wasserstoffgas.

Als derselbe in eine mit Wasser gefüllte Flasche, welche zwei Pinten hielt, ein Schoppenmaas Sumpfluft übergehen liefs, und sie sodann unter dem Wasser eine halbe Stunde lang stark herumschüttelte, so wurde ohngefähr der vierte Theil der Luft verschluckt. Da er etwas von der zurückgebliebenen Luft entzündete, so verbrannte sie viel geschwinder, und mit einer weifsen Flamme. Mit einem dritten Theile dephlogistisirter Luft vermischt, entzündete sie sich mit einem ziemlichen Knalle, der aber doch nicht so stark als der war, der sich beim Verbrennen der aus Eisen und Vitriolsäure bereiteten brennbaren Luft mit dephlogistisirter hören läfst. Er wiederholte diesen Versuch zu mehreren Malen und änderte ihn auf verschiedene Art ab, indem er die Luft öfters mit frischem Wasser abwusch, und in weiten Recipienten längere Zeit hindurch umschüttelte, um sie so viel als möglich von der beigemischten Luftsäure zu reinigen. Dadurch brachte er es so weit, dafs sie mit der dephlogistisirten Luft, obgleich nicht so stark als die reine brennbare Luft, verpuffte. Die stärkste Verminderung, die er bei dieser Luft durchs Umschütteln bewirken konnte, betrug etwa ein Drittheil ihres Umfangs; aber sie brannte nachher noch immer mit blaulicher Flamme. (Fourcroy's chemische Beobacht. und Vers. aus dem Franz. von Hebenstreit, p. 141.)

Guyton erzählt (in der *Encyclop. méthod.* I p. 672), er habe seit länger als fünf Jahren durch Destillation der Vegetabilien erhaltenes (gekohltes) Wasserstoffgas über Wasser aufbewahrt, und es entzünde sich noch eben so, als an dem ersten Tage nach seiner Entbindung.

Auch die Holländischen Chemiker berichten, dafs man das kohlichtölige Wasserstoffgas, ohne dafs es im Geringsten verändert werde, über Wasser aufbewahren könne. (Crell's chemische Annalen für 1795, B. II p. 432.)

Gekohltes Wasserstoffgas, Wasser und Electricität.

Henry fand, daſs, wenn er das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas dadurch, daſs er es über trockenes Kali streichen lieſs, so viel als möglich vom Wasser zu befreien suchte, es durch electrische Erschütterungen nur um ein Sechstheil seines Volumens ausgedehnt wurde, daſs aber, wenn er nur wenige Tropfen Wasser hinzusetzte, die Ausdehnung wie gewöhnlich (s. Kohle, Wasserstoffgas und Electricität) war. 1) (Thomson's System der Chemie, übersetzt von Wolff, B. I p. 82.)

Kohlensäure, Wasserstoffgas und Wasser.

Lavoisier sagt (*Mémoire de l'Acad. à Paris, an* 1777, p. 364; Crell's neueste Entdeckungen in der Chemie, B. V S. 168), ein Gemenge von brennbarer Luft und Kreidensäure lasse sich leicht durch Wasser von einander scheiden, da die feste Luft vom Wasser eingeschluckt werde, die brennbare aber nicht anders als vermittelst eines anhaltenden Schüttelns; man dürfe also das Gemenge nur ruhig auf Wasser stehen lassen, so werde die feste Luft eingeschluckt werden, die brennbare aber rein zurückbleiben.

Winterl wollte die Bemerkung gemacht haben, daſs die fixe Luft die entzündbare im Wasser auflösbar mache; *Kirwan* erinnert dagegen, es widerspreche dieses andern zuverlässigen Experimenten. (Bei Crell a. a. O. B. X p. 131.)

Humboldt versichert (über unterirdische Gasarten p. 224), die Ziehkraft der Kohlensäure gegen das Wasser werde durch jede Verbindung derselben mit einem Antheile Hydrogen ganz zerstört; gewöhnlich sei das kohlensaure Gas in Gruben mit Wasserstoffgas verunreinigt, und mithin zur Absorbtion durch Wasser unfähig.

Diamant und Wasser.

Fourcroy sagt, es finde kein Ineinanderwirken zwischen Dimant und Wasser Statt. Indessen scheine es gewiſs, daſs der Diamant im

1) Hierauf gründete er seine Meinung, daſs die beobachtete Dilatabilität des gekohlten Wasserstoffgas durch Electricität keine Eigenschaft des reinen, sondern des mit Wasser geschwängerten Gas sei.

Wasser aufgelöfst gewesen sei, und dafs er nur der langsamen Verdampfung dieses seines Auflösungsmittels, und der Concentration seiner Auflösung, seine krystallinische Form verdanke. (*Fourcroy Système des Conn. chim. II p.* 18; *Encyclop. method. T. IV* p. 191.)

Dafs er vom Wasser nicht angegriffen werde, bemerken auch *Hildebrandt* (in s. Encyclop. der Chemie, I p. 192), *Fischer* (in s. phys. Wörterb. I p. 680).

Als *Boyle* einen durch Reiben leuchtend gewordenen Diamant ins Wasser tauchte, behielt er sein Licht; da er aber versuchte, dasselbe unter dem Wasser selbst hervorzubringen, indem er ein Stück Holz in dasselbe hineintauchte, und den Diamant darauf rieb, konnte er nicht zu seinem Zwecke gelangen; er bemerkte auch, dafs, wenn der Diamant nafs gemacht war, er ihn zur Erweckung des Lichts länger reiben mufste; indessen gelang es ihm doch einst, den Diamant dadurch ein wenig leuchtend zu machen, dafs er ihn einige Zeit in warmes Wasser hielt. (*Mémoir. de l'Acad. à Paris, an* 1734, p. 513.)

Beccarius liefs einen leuchtend gemachten Diamant zwei Tage hindurch in kaltem Wasser liegen, und fand, als er ihn darauf in den Mund nahm, dafs er dadurch wieder eben so glänzend wurde, als er, ehe er ins Wasser gebracht wurde, gewesen war. Gleich darauf tauchte er ihn wieder ins Wasser, und sein Licht erlosch; es kehrte wieder, als er ihn abermals in den Mund nahm und erwärmte. Als er den Versuch eine Zeit lang fortgesetzt hatte, wollte kein Licht wieder zum Vorschein kommen, so sehr er auch den Diamant erhitzen mochte. (Priestley's Geschichte der Optik, aus dem Engl. durch Klügel, Th. II p. 273.)

Kohle und Stickgas.

Fourcroy sagt (in s. *Système des Conn. chim.* I p. 181), man kenne kein Ineinanderwirken des Kohlenstoffs und Stickstoffs; letzterer scheine keine merkliche Anziehung zum Kohlenstoffe zu haben. In der *Encyclop. méthod. Chim.* I p. 579 bemerkt er, man finde jetzt den Kohlenstoff mit dem Stickstoffe häufiger vereinigt, oder erstern häufig in dem Stickgas aufgelöfst.

Absorbtion des Stickgas durch Kohle.

Als Graf *Morozzo* in eine gläserne, einen Zoll weite und zwölf Zoll lange, mit Luft, die durch das Brennen einer Kerze phlogistisirt war,

gefüllte Röhre eine buchene glühende Kohle durch Quecksilber hineinbrachte, die einen Zoll bis acht Linien im Durchmesser hatte, und anderthalb Drachmen wog, so wurden drei Zoll acht Linien von der Luft verschluckt. Um die Verschluckung bequem beobachten zu können, war die durch einen Stöpsel verstopfte Röhre mit einer in Zolle und Linien eingetheilten Skale versehen. Denselben Versuch machte er auch mit dem Rückstande der atmosphärischen Luft, in der Schwefel verbrannt, der, die durch ein Gemenge von zwei Theilen Eisenfeile und einem Theile genetzten Schwefel, und der, die durch Athmen der Thiere erstickend geworden war. Um die Luftarten in die Röhre zu bringen, füllte er diese erst mit Quecksilber, stürzte sie über ein Gefäfs mit Quecksilber, und liefs nun das hineinzubringende Gas das Quecksilber hinaustreiben.

Die Verschluckung einer durch verweste Pflanzen erstickend gemachten Luft war viel beträchtlicher, aber sie richtete sich, nach *Morozzo*, immer nach der gröfsern oder geringern Auflösung, die die Körper erlitten hatten, d. i. nach der gröfsern oder geringern Menge fester Luft, die sich aus ihnen entwickelt hatte; so, dafs ihm z. B. die Luft, die durch eine Pflanze verderbt war, die zwei Tage eingefault eine Verschluckung von vier Zollen gab, da die Luft, worin diese Pflanze acht Tage gelegen, eine Verschluckung von sechs bis sieben Zollen zeigte.

Die Verschluckung der phlogist. Luft vom Schwefeldampf betrug		3 Zoll	7 Lin.
— — — — — von Eisenfeile und genetztem Schwefel	. .	3 —	6 —
— — — — — vom Athmen einer Maus	.	3 —	4 —
— — — — — — — eines Kaninchen		3 —	4 —
— — — — — — — einer Taube		3 —	5 —
— — — — — — — eines Sperlings		3 —	4 —

(Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. II St. 2 p. 15; Joseph Weber über Luft, p. 273; *Journal de Physique*, 1783, *Avril.*)

Bei *Rouppe's* und *van Noorden's* Versuchen (Crell's chem. Annal. J. 1799, B. II p. 213; Scherer's allgem. Journ. der Chemie, B. III, 15 p. 300; Hildebrandt's Encyclop. der Chemie, Th. I Heft 6 p. 1106) verschluckten 16 Cubikzolle gut geglüheter Holzkohlen 27 Cubikzolle Stickgas. Ihre Weise, den Versuch anzustellen, findet man bei der Absorbtion des Sauerstoffgas durch Kohle.

Auch *de la Metherie* fand (über reine Luft u. s. w. B. II p. 489), dafs phlogistische Luft durch glühend in Quecksilber gelöschte Holzkohle absorbirt wurde.

Als

Als *Parrot* und *Grindel* vollkommen glühende Kohlen in Quecksilber löschten, und sie unter Quecksilber in ein mit Stickgas gefülltes Glas brachten, geschah die völlige Absorbtion sehr langsam und erst nach mehr als zwölf Stunden, obschon nach und nach so viel Kohlen hineingebracht wurden, als das Gefäfs fassen konnte. Das Volumen der gestofsenen Kohlen betrug mehr als ein Viertel des Volumens der absorbirten Luft. (Scherer's allg. Journal der Chemie, B. IV p. 440.)

Fourcroy sagt, wenn man heifse Kohle in Stickgas über Quecksilber in Glasglocken bringt, so sieht man das Gas sich vermindern, und die Kohle mit dem Quecksilber hinaufrücken, und augenscheinlich mehrmal ihr Volumen von dem Gas einsaugen. Man kann das Gas selbst davon trennen, und das absorbirte Volumen desselben messen, wenn man die Kohlen, so bald nichts mehr absorbirt wird, ins Wasser unter eine mit derselben Flüssigkeit gefüllte Glocke bringt. Die Oberfläche der Kohlen bedeckt sich alsdann bald mit Blasen, die nach und nach am Umfange zunehmen, und sich über dem Wasser sammeln. Prüfet man das Gas sogleich, so findet man, dafs es noch ganz dem gleich ist, in welches man vorher die geglüheten Kohlen eingetaucht hatte. (*Encyclop. méthod.* T. III p. 51.)

Als die Holländischen Chemiker Stickgas zwanzig Mal über in einer eisernen Röhre glühend gemachte Kohlen streichen liefsen, wurde das Gas nicht verändert, aber sein Volumen ward durch ein neues Gas, welches dieselben Merkmale von Entzündbarkeit, als das gasförmige Kohlenoxyd der Bürger Desormes und Clement hatte, vermehrt. Will man aber, dafs das Daseyn des entzündlichen Gas den Sinnen nicht entzogen werde, so mufs man die Operation nur mit so viel Stickgas unternehmen, als die Entzündung nicht hemmen kann. Als der Versuch in einer Glasröhre wiederholt ward, war der Erfolg derselbe. 1) (Crell's chemische Annalen für 1802, B. II p. 31.)

Priestley fand (*Exp. and. Observ. on different Kinds of air Vol. I p.* 136), dafs, wenn er den Brennpunkt einer Glaslinse auf Kohlen in phlogistischer Luft fallen liefs, sich keine fixe Luft zeigte.

1) Auf diesen Versuch stützen sie einen Beweis, für ihre Meinung, dafs das gasförmige Kohlenoxyd der Herrn *Cruikshank*, *Clement* und *Desormes* nur eine Art des gekohlten Wasserstoffgas sei, und es jedesmal einer Zersetzung des Wassers durch Kohle seine Existenz verdanke.

Kohle, Stickgas und Sauerstoffgas.

a) Stickgas und Kohlensäure.

Priestley sagt, es sei ihm vorgekommen, da er verschiedene Male atmosphärische Luft, in der ein Teig von Eisenfeilspänen, Schwefel und Wasser einige Zeit hindurch gestanden hatte, mit der fixen Luft gemischt, habe, als sei von letzterer nachher nicht viel mehr als die Hälfte vom Wasser verschluckt. (Vers. und Beobacht. über verschied. Gattung. der Luft, aus dem Engl. p. 39.)

Fourcroy bemerkt (*Système des Conn. chim.* II p. 36), man kenne keine Anziehung zwischen dem Stickstoffe und der Kohlensäure; mische man kohlensaures Gas und Stickgas, so setze sich ersteres sogleich in dem untern Theile der Gefäſse, in denen man die Mischung vornehme, ab.

Als *de la Metherie* (über reine Luft, B. II p. 240) gleiche Theile verdorbener und fixer Luft zusammenmischte, entstand keine Verminderung. Die Einsaugung durch Wasser war dieselbe, als wenn man die Gasarten einzeln über Wasser gebracht hätte.

b) Oxydirtes Stickgas und Kohlensäure.

Dem oxydirten Stickgas kann die Kohle, nach *Troostwyk* und *Deimann*, den Sauerstoff nicht entziehen. (Gehler's phys. Wörterbuch, B. V p. 1052; Wiegleb's Magie, B. XVIII p. 93.) Als dieselben ein klein Stück glimmende Kohle, die sehr gut ausgeglühet worden, und an einen Kork befestigt war, in eine kleine mit diesem Gas gefüllte Flasche mit enger Mündung, welche der Kork genau verschloſs, brachten, so fuhr die Kohle fort, darin zu brennen, aber schwerer als in Lebensluft. Als sie die Flasche nach dem Verlöschen der Kohle unter Kalkwasser öffneten, stieg dieses darin hinauf, und ward getrübt; aber in dem noch rückständigen Gas brannte eine Kerze mit fast eben so lebhaftem Glanze fort, als in Lebensluft. Bei einem andern Versuche beobachteten sie dasselbe beim ersten Stück der hineingebrachten Kohle. Ein zweites Stück verlöschte augenblicklich. Sie lieſsen darauf etwas Ammoniak aufsteigen, es zeigte sich ein geringer Nebel, aber die Verringerung war unbeträchtlich. Eine in das rückständige Gas gebrachte Kerze brannte darin, wie im gewöhnlichen Gas, mit vermehrter Flamme. Das übrige Gas, welches von dem kohlensauren Gas, das sich hatte bilden können, wieder gehörig befreiet war, schien gar keine Veränderung weiter erlitten zu haben. Da ihnen das Resultat dieser Versuche, so wohl in Ansehung der nicht ganz genauen Art der Anstellung der letztern, als der Schwierigkeit, die Kohle von allem Hydrogen, das ihr sehr fest anhängt, zu befreien, verdächtig war, so versuchten sie die gasförmige

azotische Halbsäure in einer stark erhitzten Glasröhre durch glühende Kohle streichen zu lassen. Aber sie fanden, dafs es auf diese Art ebenfalls unmöglich war, das Hydrogengas vollkommen genug abzusondern, denn die Kohle gab von Anfang bis zu Ende brennbares Gas. (Gren's neues Journal der Physik B. I p. 256—257.)

Dafs brennende Kohlen in oxydirtem Stickgas sogleich verlöschen, bemerken *Fischer* (in s. phys. Wörterb. B. II p. 678 und 679), *Bourguet* (chem. Wörterb. B. IV p. 256), *Scherer* (Darstellung der chem. Unters. der Gasarten, p. 22).

Nach *Davy* läfst sich eine in dies Gas eingeschlossene Kohle durch ein Brennglas entzünden, und fährt fort, mit lebhaftem Glanze zu brennen, bis ohngefähr die Hälfte des Gas verzehrt ist. Die Produkte dabei sind kohlensaures Gas und Stickgas. (*Davy's Researches concerning chiefly nitrous oxyde*, p. 311.)

c) Salpetergas und Kohle.

Nach *Fourcroy* (*Système des Conn. chim.* II p. 91) wirkt das Salpetergas auf keine Weise in der Kälte auf den Kohlenstoff, verbrennt ihn aber bei hoher Temperatur, verändert ihn dabei in eine Säure, und wird selbst in Stickgas umgewandelt. Eben das Resultat der gegenseitigen Einwirkung der Kohlen und des Salpetergas bei hoher Temperatur, führt auch *Thomson* (System der Chemie, übersetzt von Wolff, B. I p. 757) an.

Als *Priestley* eine glühende Holzkohle in eine Flasche, die mit Salpeterluft angefüllt war, hielt, ward die Hälfte der Luft verschluckt. Der Rest hatte von seinem Vermögen, die gemeine Luft zu vermindern, nicht merklich eingebüfst. (Priestley's Vers. und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturl. B. I p. 53.) Ein anderes Mal liefs er eine glühende Holzkohle in eine Phiole, die mit Salpeterluft gefüllt war, fallen, kehrte die Phiole sogleich um, und stellte sie mit ihrer Oeffnung in eine Schale mit Quecksilber. Die Luft ward sogleich bis auf ein Fünftheil des Ganzen reducirt. In diesem Zustande blieb sie, ohne merkliche weitere Veränderung, zwei Monate. Nach dieser Zeit bemerkte er, dafs die zurückgebliebene Luft die gemeine Luft nicht zersetzte. Eben so wenig that dies die Luft, welche aus der Holzkohle geschieden wurde, wenn man sie ins Wasser tauchte. Die Luft schien ihm in beiden Fällen in phlogistisirte Luft umgeändert zu seyn (a. a. O. p. 342; Cavallo's Abhandl. über die Natur und Eigenschaften der Luft, aus dem Engl. p. 711; *Encyclop. méthod. Chim.* III, p. 469).

Auch *Deimann* und *van Troostwyk* bemerkten (in Crell's Beiträgen zur Erweiterung der Chemie, B. III St. 1 p. 101), wenn man Salpeterluft von

Holzkohlen einsaugen lasse, so sei so wohl der Theil Luft, welcher noch übrig bleibe, als auch die Luft, welche nachher aus der Kohle getrieben werde, der phlogistisirten ähnlich.

Morozzo fand (Scherer's allgem. Journ. der Chemie, B. III p. 301; *Journal de Physique* 1783, *Avril*, *Nov.*; Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. II St. 2 p. 16; Crell's chemische Annalen für 1799, B. II p. 209; Weber über Luft, p. 268), dafs ein Stück glühender Kohle von einem Zoll Länge, acht Linien Breite und anderthalb Drachmen Gewicht, sechs Zoll zehn Linien Salpeterluft verschluckten. (Seinen Apparat sehe man bei seinen Vers. über die Absorbtion des Stickgas durch Kohle.)

Rouppe und *van Noorden* bemerkten, dafs 16 Cubikzoll Holzkohlen 136 Cubikzoll Salpetergas absorbirten. Die Absorbtion war im Anfange schneller als nachher, und der Rückstand war unverändertes Salpetergas. (Crell's chemische Annal. 1799, B. II p. 213; Scherer's allgem. Journ. der Chemie, B. III p. 300; Hildebrandt's Encyclop. der Chemie, Th. I Heft 6 p. 1106.) Ihren Apparat und ihre Versuchsmethode s. bei Absorbtion des Sauerstoffgas durch Kohle.)

De la Metherie sagt (a. a. O. B. I p. 263), die in Quecksilber ausgelöschte glühende Kohle sauge, wenn sie in eine mit Salpeterluft angefüllte Glocke gebracht werde, ohngefähr ihr zehnfaches Volumen ein. Werde die Kohle hernach in Wasser gelegt, so entwickele sich ein Theil dieser Luft, die aber eine völlig andere Natur angenommen habe. Sie bringe nun mit gemeiner Luft keine Verminderung mehr zu Wege; indefs gaben ihm ein Maas derselben und ein Maas Salpeterluft 1,70, 1,75.

Nach Professor *Lichtenstein* (Crell's chemische Annalen 1786, B. II p. 217; Macquer's chem. Wörterb. herausgegeben von Leonhardi, B. III p. 86) bindet die glühende Holzkohle das Salpetergas sehr fest.

Davy (*Researches* p. 129) schlofs eine geringe Menge präparirter Kohle in eine bestimmte Menge Salpetergas ein, das mit Quecksilber gesperrt war, und liefs vermittelst eines Brennglases die verdichteten Sonnenstrahlen auf die Kohle fallen. Das Gewicht der Kohle betrug nicht mehr als einen Viertelgran, und das Gas bestand aus sechszehn sehr kleinen Maasen. Nachdem der Prozefs beendigt war, war das Volumen des Gas um drei Viertel eines Maases vermehrt worden. Alles Salpetergas war zersetzt. Durch Versuche hatte er sich aber vorher überzeugt, dafs die angegebene Menge des Salpetergas, dessen er sich bediente, mit 0,6 Maas Stickgas verunreinigt war. Es wurden also 15,4 Maase Salpetergas durch Zersetzung vermittelst Kohle in 16,15 Maase, von denen 7,4 Maase Stickstoff, und 8,75 Kohlensäure waren, verwandelt. Es wogen

aber 15,4 Maase Salpetergas 5,2 Gran, und 7,4 Maase Stickgas 2,2 Gran. 1) Die in dem Versuche erzeugte Kohlensäure wog 4,1 Gr., und enthielt 1,15 Gr. Kohle, die mit 2,95 Gr. Sauerstoff verbunden war. 2)

d) Salpetergas und Kohlensäure.

Priestley (Versuche und Beobacht. über verschied. Gattungen der Luft, B. III p. 284 der teutschen Uebersetzung; *Encyclop. méthod.* III S. 382) und *Fontana* (Crell's chemische Annalen 1785, B. II p. 166) bemerkten, daſs bei Vermischung der Salpeter- und fixen Luft kein Ineinanderwirken Statt fand. Dasselbe Resultat führen auch an, *de la Metherie* (über reine Luft, teutsche Ausgabe, B. I p. 250), *Gehler* (phys. Wörterbuch, B. II p. 416), *Göttling* (Beitrag zur Berichtig. der antiphlogist. Chemie, Stück 1 p. 65), *Fourcroy* (*Système des Conn. chim. II p.* 92), *Scherer* (allg. Journ. der Chemie, B. VII p. 405).

Auch *Sennebier* fand (phys. chem. Abhandl. u. s. w. aus dem Französ. p. 190), daſs nach der Vermengung von drei Maasen Salpeterluft mit einem fixer Luft ein Raum von völlig vier Maasen occupirt wurde.

e) Kohlenoxydgas und Stickgas.

Das Kohlenstoffoxydgas verbindet sich, nach *Clement* und *Desormes*, nicht mit Stickstoff. (Crell's chem. Annalen für 1801, B. II p. 481; Scherer's allg. Journ. der Chemie, B. VII p. 361).

f) Kohlenoxydgas und Salpetergas.

Auch auf das Salpetergas wirkt das gasförmige Kohlenoxyd weder in der Wärme noch in der Kälte. (Dieselben bei Crell a. a. O. p. 484; bei Scherer a. a. O. p. 363.)

g) Salpetergas und mit Sauerstoffgas imprägnirte Kohlen.

Rouppe und *van Noorden* fanden, daſs, wenn mit Sauerstoffgas angeschwängerte Kohlen über Quecksilber in Salpetergas gebracht wurden, das letztere in groſser Quantität vollkommen absorbirt wurde. (Crell's chem. Annal. f. 1799, B. II p. 220, Scherer's allg. Journ. der Chem. B. III p. 307; Hildebrandt's Encyclop. der Chem. Heft 6 Th. I p. 1107.)

1) Hieraus folget nach ihm, daſs 5,2 Gran Salpetergas 2,2 Gran Stickstoff enthalten, und die rückständigen 3 Gran Sauerstoff sind, daſs also das Salpetergas in 100 57,7 Sauerstoffgas und 42,3 Stickstoff enthalte.

2) Aus diesem findet er die Verhältnisse für 100 Salpetergas = 57 Sauerstoff und 43 Stickstoff, die er für die richtigsten hält.

h) Sauerstoffgas, Kohlensäure und Stickgas.

v. Humboldt fand, dafs in einem Gasgemisch von 0,271 Sauerstoffgas, 0,108 kohlensauren Gas und 0,621 Stickgas Lichter verlöschten, hingegen in einem Gas, das aus 0,240 Sauerstoffgas, 0,020 kohlensauren Gas, 0,730 Stickgas bestand, Lichter fortbrannten. (v. Humboldt über unterirdische Gasarten; Scherer's allgem. Journ. der Chemie, B. IV p. 527.)

Kohle, Stickgas und Wasserstoffgas.

Rouppe und *van Noorden* fanden, dafs hydrogenisirte Kohlen, wenn sie mit Stickgas 1) in Berührung gebracht wurden, dasselbe etwas verminderten; doch bemerken sie dabei, dafs die Verminderung vielleicht durch einen geringen Antheil Kohlensäure verursacht wurde. (Scherer's allg. Journ. der Chemie, B. III p. 306.) Als sie mit Stickstoffgas imprägnirte Kohlen in Wasserstoffgas brachten, litten sie keine Veränderung (a. a. O. und bei Hildebrandt a. a. O. Th. I p. 1107). Ihren Apparat findet man bei Kohle und Sauerstoffgas.

Kohle, Stickgas, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas.

Die Holländischen Chemiker, *Deimann*, *Paets van Troostwyk*, *Lauwerenburgh*, *Vrotik*, behaupten, dafs, als sie ein Gemisch von drittehalb Zoll gasförmiger azotischer Halbsäure und einem halben Zoll schweren brennbaren Gas abbrennen liefsen, der Kohlenstoff sich auf eine sehr deutliche Art niedergeschlagen habe. (Gren's neues Journal der Physik, B. I p. 257.)

Das Salpetergas wird durch gekohltes Wasserstoffgas nicht zersetzt. (S. Gehler's phys. Wörterb. B. V p. 429, Fischer's phys. Wörterb. B. II p. 621; *Fourcroy Système des Conn. chim.* T. II p. 91.) Als die eben angeführten Holländer Salpetergas mit dem ölgebenden Wasserstoffgas vermischten, das Gemisch einige Zeit über Wasser stehen liefsen, und das Salpetergas durch Zusatz von Sauerstoffgas hernach in unvollkommene Salpetersäure veränderten, und abschieden, so fanden sie nicht die geringste Veränderung in den Eigenschaften der entzündbaren Luft. (Crell's chemische Annal. B. II p. 199.)

1) Im Original stand „Zware gas azote" und Scherer meint, es habe vielleicht schweres brennbares Gas heifsen sollen.

Als *Rouppe* und *van Noorden* hydrogenisirte Kohlen in Salpetergas, das mit Quecksilber gesperrt war, brachten, fand eine beträchtliche Absorbtion statt; es blieb nur wenig Gas übrig, das vom Wasser nicht aufgelöst wurde, das Kalkwasser nicht trübte, und sich weder mit Salpetergas noch Sauerstoffgas verminderte; wobei sich zugleich Wassertropfen zeigten. (Scherer's allg. Journ. der Chemie, B. III p. 305.) Ihren Apparat sehe man bei Kohle und Sauerstoffgas.

Henry fand, daſs, wenn Salpetergas mit Kohlenstoff-Wasserstoffgas electrisirt wurde, das Salpetergas gänzlich zerstört und Kohlensäure und Stickgas erhalten wurde. (Scherer's allg. Journ. der Chemie, B. V p. 448.)

Stickgas, Sauerstoffgas und Diamant.

Salpetergas wirkt nicht auf den Diamant. (Fourcroy in s. *Système des Conn. chim.* II p. 91.)

VI. Atmosphärische Luft,

Aër atmosphaericus, Air de l'Atmosphère.

Synonymen.

Atmosphärisches Gas (*Keir*); gemeine Luft; Luft; *Aër; Aër communis, vulgaris; Gas ventosum* (*van Helmont*); *Gas atmosphaericum; Gas atmosphèrique; Air; Air commun.*

Diese Luft ist die durchsichtige, compressible, schwere und permanent elastisch-flüssige Materie, welche die Erdkugel von allen Seiten her umgiebt. (Gehler's phys. Wörterb. B. II p. 353, und B. III p. 5; Fischer's phys. Wörterb. B. II p. 600, und B. III p. 303; Anfangsgründe der Naturlehre von Tobias Mayer, p. 384; Bourguet's chem. Wörterb. B. I p. 131.) Die gesammte, die ganze Erde umgebende Luftmasse nennt man auch Luftkreis;

Dunstkreis; Dunstkugel; Atmosphäre 1) der Erde; *Atmosphaera terrestris*; *Atmosphère de la terre* (bei Fischer a. a. O. B. III p. 356).

Blasen; Luftblasen; *Bullae aëreae*, *Bulles d'air*, heifsen kleine kugelförmige Luftmassen, welche von einer dünnen und zarten Hülle einer flüssigen Materie umschlossen, oder auch sonst in irgend einer andern Materie eingeschlossen sind (bei Fischer a. a. O. B. I p. 380; bei Gehler a. a. O. B. I p. 361).

Sehr viele Physiker geben die Luft für farben-2), geruch- und geschmacklos aus. (Macquer's chemisches Wörterbuch, B. IV p. 75; Cavallo's Abhand-

1) Zu unsern Zeiten versteht man unter Atmosphäre alle die luft- und dampfförmigen, theils unwägbaren, theils wägbaren Flüssigkeiten, die einen festen Körper umgeben, und mit demselben in einer gewissen Verbindung stehen. Früher verstand man darunter nur die die Erde umfassende Sphäre, in der wir athmen. Als man nachher auch andere Körper mit ähnlichen Flüssigkeiten umgeben glaubte, wurde von genauern Physikern dieses Wort nur generell gebraucht, und durch ein Beiwort die Species ausgedrückt; man sieht daher, dafs auch der Name „Atmosphärische Luft" nicht genau ist, und dafs man ihn mit dem „Luft der Erdatmosphäre" vertauschen sollte; er ist indessen einmal allgemein recipirt, welches unsern Gebrauch desselben hinlänglich vertheidigt.

In den ältern Zeiten wurde die Betrachtung der Phänomene, die die Erdatmosphäre darbot, in die Astrologie mit eingemengt; nachher wurde sie, bis auf *Lampadius*, stückweise in der Physik, physischen Geographie und in der Chemie, abgehandelt. Bergrath *Werner* betrachtete die Erdatmosphäre zuerst als das vierte Naturreich, und Bergrath *Widenmann* äufserte öffentlich in Crell's chem. Annalen 1793, dafs es nothwendig sei, die Lehre von den Ingredienzen der Atmosphäre in diesem Sinne zu behandeln. *Denso* zog diese Lehre in sein Feuerreich, *Wallerius* in seine Hydrologie, *Titius* ins Materialreich. Erst kürzlich suchte der aufmerksame Herr Professor *Lampadius* die Resultate aller Erfahrungen über die Atmosphäre systematisch zusammenzustellen (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie, von W. A. Lampadius, Freiberg 1806), wodurch er den Naturforschern gewifs einen der wesentlichsten Dienste geleistet hat.

2) Nach einigen Naturforschern sollen die kleinsten Theilchen der Luft eine eigenthümliche blaue Farbe haben, und diese führen für ihre Meinung den blauen Himmel und die Bläue entfernter Berge an. Es wird hier nicht am unrechten Orte seyn, wenn wir die verschiedenen Meinungen über die Ursache der Himmelsbläue kürzlich erwähnen.

Fromondus glaubte, dafs sie aus einer Mischung von Licht und der Schwärze des Raums jenseits der Atmosphäre entstünde. *Faber* behauptete dagegen, dafs sie von der Zurückwerfung des Lichts an den in der Luft herumschwebenden Theilchen herrühre, und *Funccius*, der hierüber ein eigenes Werk geschrieben hat, leitete fast wie *Fromond* die blaue Farbe des Himmels von einer Mischung vielen Schattens und wenig Lichtes her. *Fromond's*

Abhandlung über die Natur und Eigenschaften der Luft, p. 11; Crusius Anleitung über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig nachzudenken, Th. II p. 778; Kühn in den Vers. und Abhandl. der Danziger naturforschenden Gesellschaft, B. I p. 344 und 345; Gehler's phys. Wörterb. B. II

mond's Meinung ward in den frühern Zeiten fast allgemein angenommen, und fand selbst in neuern Zeiten Vertheidiger.

Auch *Otto von Guerike* glaubte mit seinen Zeitgenossen, dafs die blaue Farbe des Himmels nichts als eine Mischung von Licht und Schatten, oder von Weifs und Schwarz wäre; auch versichert er, dafs eine solche Mischung blau gebe. Zum Beweise führt er an, dafs, wenn man des Morgens ein brennendes Licht verdecke, und den Schatten auf weifses Papier fallen lasse, dieser vollkommen blau und nicht schwarz seyn werde. (*Experimenta Magdeburgica* p. 142.)

Im Jahre 1742 beobachtete *v. Büffon*, dafs sowohl beim Aufgange als Untergange der Sonne die Schatten immer blau, aber auf mancherlei Art schattirt wären. (*Mém. de l'Acad. de Paris* 1743 p. 217). Er zog aus diesen und ähnlichen Beobachtungen den Schlufs, dafs die Luft in grofsen Massen allerdings sichtbar sei. *Mazeas* beobachtete, da er einen dunkeln Körper von dem Monde und einer Lichtflamme zugleich erleuchten liefs, dafs von den beiden Schatten desselben, die auf eine weifse Wand fielen, derjenige, den die Lichtflamme erleuchtete, röthlich, und der von dem Monde erleuchtete blau aussah. Aber ohne sonst einen andern Umstand in Betrachtung zu ziehen (der Mondschatten war in diesem Versuche von der Lichtflamme, und der Lichtschatten von dem Monde erleuchtet), wollte er die Farben aus der Verminderung des Lichts herleiten.

Melville glaubte, dafs man die blaue Farbe von den Dünsten in der Luft herleiten müsse, indem es Thatsache sei, dafs die Körper nur darum gewisse Farben zeigten, weil sie gewisse Arten von Strahlen häufiger als andere zurücksenden, und man die Bestandtheile der reinen Atmosphäre nicht für grob genug halten könne, um für sich im Stande zu seyn, die Strahlen in Farben abzusondern. Es werden nun nach ihm die Strahlen, welche die Empfindung der blauen und violetten Farbe erregen, häufiger als die übrigen von den feinen durch den Dunstkreis zerstreuten Dünsten, die nicht grofs genug sind, um als undurchsichtige Wolken sichtbar zu werden, zurückgeworfen.

Bouguer (*Optiks Remarks* p. 63, der teutschen Ausgabe p. 425) nimmt die Dünste in der Atmosphäre nicht zu Hülfe, die Zurückwerfung der blauen Strahlen zu erklären, sondern leitet diese vielmehr aus der Beschaffenheit der Luft selbst her, welche mache, dafs die weniger lebhaft gefärbten Strahlen nicht sehr weit durch sie durchdringen können. Er glaubt, dafs die von *Büffon* wahrgenommene blaue Farbe der Schatten des Morgens und Abends von der Farbe des Lichts der Atmosphäre, welche dieselben erleuchtet, verursacht werde.

Auch Dr. *Eberhard* glaubt, dafs die Luft darum ihre eigenthümliche Farbe habe, weil sie die blauen Strahlen mehr als andere breche. (*Act. nov. Acad. Caes. T. II app. p.* 263.)

Beguelin sagt, dafs, da uns die Farbe der reinen Luft blau erscheine, sie die die Empfindung der blauen Farbe erregenden Strahlen vor andern häufig zurückwerfen müsse. Alle Gegenstände; die von der Sonne unmittelbar erleuchtet werden, erhalten zu gleicher Zeit mehr oder weniger von den durch die Luft zurückgeworfenen Strahlen, und da diese noch immer

p. 353; Fischer's phys. Wörterb. B. II p. 600; Weber über die gemeine und aus Auflösungen entwickelte Luft, Landshut 1785, p. 1, 20, 151, 185, 189.)

Fourcroy sagt (*Système des Conn. chim.* I p. 180): Man pflegt gewöhnlich die Luft für geschmacklos auszugeben; indessen ist hieran nur die lange Gewohnheit Schuld, die Luft zu schmecken und zu berühren, wie dieses das

auf eine Sache fallen können, wenn gleich die von der Sonne gerade herkommenden aufgefangen werden, so sei es kein Wunder, dafs der beschattete Theil einige von den blauen Strahlen zurückwerfen kann, und dafs man diese empfinde, so bald das Licht, das die Empfindung derselben überwältigte, bis auf einen gewissen Grad geschwächt werde, wie es der Fall um die Zeit des Aufgangs oder Untergangs der Sonne sei.

Nach *Nollet's* Erklärung (Leçons de Physique T. VI p. 17) wird die blaue Farbe von dem durch die Atmosphäre gehenden Lichte der Sonne und der Gestirne bewirkt. Alle diejenigen Stellen, an welchen wir keine Sterne erblicken, sollten völlig dunkel erscheinen, als Körper, die kein Licht in unser Auge senden. Das Licht der Sonne und der Gestirne aber wird von der Erde in die Atmosphäre und von dieser wieder gegen die Erde reflectirt. Die rothen, grünen und gelben Strahlen lassen die Lufttheile hindurch und werfen blos die blauen gegen die Erde und ins Auge zurück. *De Saussure* (*Journal de Physique*, *Mars* 1791, übers. in Gren's Journal der Physik B. VI p. 93) leitet die blaue Farbe des Himmels gleichfalls vom reflectirten Lichte her. Aber die Luft, in so fern sie durchsichtig ist, färbt nach ihm die Gegenstände nicht; so sehe man die Schneegebirge, welche von der Sonne erleuchtet werden, nicht blau, sondern rosenfarben oder weifs, wenn man sie gleich durch eine Masse Luft von 20 bis 30 Meilen betrachte; diese Farbe rühre blofs von den Dünsten her, durch welche die Sonnenstrahlen auf sie fallen. Er fand, vermittelst seines gleich zu beschreibenden Cyanometers, dafs der Himmel eine um so dunkelere blaue Farbe zeigte, je höher der Beobachter über der Oberfläche der Erde stand; folglich wird bei einer gewissen Höhe das Blau ganz verschwinden, und der Himmel schwarz erscheinen; d. h. er wird ganz und gar kein Licht zurückwerfen. So wie die Menge der mit der Luft vermischten Dünste gröfser wird, wird die Farbe derselben immer heller: sie rührt also offenbar von denselben her (*Saussure Voyages dans les Alpes* IV, 288).

Aus diesen Saussure'schen Beobachtungen folgert *Thomson* (System der Chemie B. III. Abth. 2. S. 9) es sei zweifellos, dafs die Luft an sich farbenlos und unsichtbar sei.

Lampadius bemerkt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie, p. 10 f.), die meisten neuen Naturforscher bejahen die Frage, ob die Luft gefärbt sei? und man könne mit Recht annehmen, dafs die Luft eine äusserst schwach tingirte, blaue höchst durchsichtige Flüssigkeit sei, in welcher aber von Zeit zu Zeit Flocken und Niederschläge von andern mannigfaltig gefärbten Körpern schwimmen. Entstände, wie Einige glauben, das Blaue aus der ewigen Nacht der Himmelsräume, in der sich aber doch Lichtstrahlen von Tausenden leuchtender Körper durchkreuzen müssen, und dem weifsen, von den uns umgebenden Körpern zurückgeworfenen Lichtstrahl; so könnten wohl die von hohen Bergen in die Tiefe gesehenen Gegenstände nicht blau erscheinen. Aber welcher der Bestandtheile ist blau? Die Lebensluft? die Stickluft? der Wasserdampf? oder sind sie es alle in Vermengung? Fast sollte man das Letztere glauben. Dem Regen geht sehr oft eine sehr dunkelblaue

Geschrei des zur Welt kommenden Kindes, der lebhafte Schmerz, den sie in Wunden hervorbringt u. s. w. beweisen.

Wenn man eine flache Hand, oder sonst eine Fläche, schnell gegen das Gesicht bewegt, ohne es zu berühren, so fühlt man, daſs etwas ans Gesicht stöſst, welches wir Wind nennen. Ja die Erfahrung lehrt, daſs durch denselben oft die stärksten befestigten Körper umgerissen werden. Daraus schlieſsen wir das Daseyn der Luft. Stürzt man ferner die Oeffnung eines leeren Trinkglases auf die Oberfläche des in einem Gefäſse befindlichen Wassers so, daſs der ganze Umfang der Oeffnung des Glases zugleich die Oberfläche des Wassers berührt, so wird sich beim Niederdrücken desselben der innere Raum nicht in gleicher Höhe mit Wasser anfüllen, als es im Gefäſse stehet, welches doch erfolgen müſste, wenn der innere Raum des Glases ganz leer wäre. Es muſs also etwas Materielles im Glase seyn, welches dem weitern Eindringen des Wassers Widerstand thut. Aehnliche Erfahrungen beweisen allgemein die Existenz einer unsichtbaren materiellen Substanz, von der untersten Stelle der Erde an, bis auf die höchsten Berge; woraus wir mit möglichster Gewiſsheit schlieſsen können, daſs unsere Erde überall eine durchsichtige Materie umgiebt; und diese nennen wir Luft.

Daſs diese Luft elastisch sei, läſst sich ebenfalls durch sehr gemeine Erfahrungen darthun. So würde bei dem eben beschriebenen Verfahren mit dem Trinkglase kein Wasser in dasselbe dringen können, wenn die Luft nicht elastisch und compressibel wäre. Je tiefer man das Glas unters Wasser bringt,

Farbe der Luft voraus. Vielleicht ist der Wasserdampf vorzüglich stark blau. Das Weiſslichtblau rührt schon von zersetztem Dampf, feinen Nebeltheilchen her.

Euler leitet die blaue Farbe des Himmels davon her, daſs die kleinsten Theile der Luft von Natur eine blaue Farbe besitzen. Aber er drückt sich dabei nicht bestimmt aus, ob diese Farbe von den Strahlen, welche die Lufttheilchen zurückwerfen, oder von denen, welche sie durchlassen, herrührt. (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre, aus dem Franz. von Kries, B. I p. 179 f.)

Die Intensität der blauen Farbe zu messen, hat *Saussure* ein eigenes Instrument erdacht, das Kyanometer, Cyanometer (*Cyanometrum*, *Cyanomètre*) genannt wird, und dessen Einrichtung darauf beruhet, daſs eine Pappe in 51 Felder eingetheilt ist, von denen jedes mit einer verschiedenen Nüance von Blau bemalt ist. Die dunkelsten Schattirungen werden durch eine immer gröſsere Beimischung von Schwarz, die hellsten durch eine Beimischung von Weiſs hervorgebracht. Bei dem Gebrauche stellt man es an einem freien Orte, wo die Farben durch ein starkes Tageslicht vollkommen hell gemacht werden, zwischen den Himmel und das Auge, und sucht die Nüance, welche mit dem Blau des Himmels übereinstimmt. Die Beschreibung des Instruments hat *v. Saussure* im *Journal de Physique*, *Mars* 1791 p. 199, gegeben, wovon eine Uebersetzung in *Gren's* Journal der Physik B. VI p. 93 geliefert ist.

desto mehr Gewalt muſs man anwenden, um dasselbe in der niedergedrückten Lage zu erhalten. Sobald aber das Glas nicht mehr gehalten wird, so wird es sich neigen und umfallen, zugleich fahren aber auch Luftblasen in die Höhe, welche auf der Oberfläche des Wassers zerplatzen. Es muſs sich also die im Glase zusammengepreſste Luft wieder ausdehnen, wodurch diese Erscheinung zu Wege gebracht wird. Wenn gleich anfänglich das Glas schief gegen die Oberfläche des Wassers gebracht wird, so daſs die Luft ausweichen kann, so bleibt das Glas zuletzt ruhig im Wasser stehen, und steigt in demselben so hoch, als es ausserhalb desselben im Gefäſse ist. Daraus erhellt also, daſs die Luft elastisch sei. Die Elasticität der Luft ist permanent, indem sie sich weder durch Kälte noch durch den Druck aufheben läſst.

Wenn man ferner in einem hohlen messingenen Cylinder, in dem ein Stempel vermittelst einer Zugstange so hin und her bewegt werden kann, daſs zwischen dem Stempel und dem Cylinder keine Luft eindringt, den Stempel von oben nach unten zu stöſst, so wird man einen Widerstand fühlen, der um so gröſser wird, je näher man mit dem Stempel gegen den Boden kommt, und man wird nie im Stande seyn, den Stempel ganz auf den Boden zu bringen, vielmehr tritt er mit der Stange zurück, wenn diese nicht mehr gehalten wird. Als *Mariotte* (*Histoire de l'Acad. à Paris*, *an* 1679, T. II p. 240 f.) in eine Röhre von 40 Zoll Länge 27½ Zoll Quecksilber brachte, und 12½ Zoll Luft darin lieſs, darauf die Röhre umkehrte und um einen Zoll in anderes Quecksilber senkte, fiel das Quecksilber der Röhre herab, und blieb bei 14 Zoll stehen. Die Luft in der Röhre hatte sich also nach dem Umkehren der Röhre um das Doppelte ausgedehnt, weil sie die 25 übrigen Zolle der Röhre einnahm, obgleich sie vorher nur 12½ anfüllte. *Boyle* schloſs Luft in einen zugeschmolzenen Schenkel eines umgekehrten Hebers ein, und füllte dann in den offenen Schenkel nach und nach Quecksilber ein; hiedurch zeigte er, daſs sich die Luft zusammendrücken lasse, daſs sie aber dem Drucke widerstehe: denn das in den offenen Schenkel eingefüllte Quecksilber trat zum Theil in den andern Schenkel, indem es die Luft vor sich her trieb, und je mehr er in den ersten Schenkel eingefüllt hatte, desto mehr muſste er dazu thun, um im andern die Luft um einen eben so groſsen Theil wie vorher weiter zurückzutreiben. *Richard Townley*, der bei diesen Versuchen zugegen war, maſs die Quecksilbersäulen, welche in den offenen Schenkel nach und nach eingefüllt wurden, so wie die denselben entsprechenden Verkürzungen der Luftsäule im andern Schenkel, und fand durch Rechnung, daſs die Kraft der Luft dem Drucke der Luft zu widerstehen, im umgekehrten Verhältniſs der Räume wäre, welche sie einnahm, und daſs also ihre Dichtigkeit, oder Quantität in einem und demselben Raume, der Kraft, womit sie zusam-

mengeprefst wurde, proportional sei. (De Luc in einem Briefe an Blumenbach, in Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. XI Stück 1 p. 35.) Dieses Gesetz wurde nachher das Mariotte'sche genannt. Die Luft wird also nach der Compression wieder expandirt. Im Boden des angeführten mit dem Stempel versehenen Cylinders sei eine kleine Röhre damit verbunden, und mit dieser Röhre ein anderes hohles Gefäfs. In diesem Gefäfse befindet sich vermöge der Erfahrung Luft. Sobald nun der Stempel in dem Cylinder ausgezogen wird, so wird dieser luftleer, und die Luft in dem Gefäfse wird sich vermöge der Elasticität ausbreiten, und ein Theil davon in den luftleeren Raum des Cylinders treten. Würde man nun den Stempel dergestalt wieder zurückstofsen können, dafs der in den Cylinder getretene Theil der Luft nicht wieder in das Gefäfs A gelangen könnte, so würde man durch ein öfters wiederholtes Auszielın und Zurückstofsen des Stempels das Gefäfs A von der Luft zu befreien, desto mehr im Stande seyn. Um dieses nun zu erhalten, sei die kleine Röhre im Boden des Cylinders mit einem Hahnen versehen, welcher doppelt durchbohrt ist, theils damit ein Weg aus dem Gefäfse durch den Hahn in den Cylinder, theils damit bei jedem Zurückzuge ein Weg aus dem Cylinder durch den Hahn, in die äufsere freie Luft offen bleibe. Wenn alsdann der Weg aus dem Gefäfse in den Cylinder verschlossen ist, so wird man beim Zurückzuge des Stempels ein Zischen bemerken, welches die im Cylinder befindliche Luft, indem sie in die äufsere freie Luft getrieben wird, verursachen mufs. Hieraus folgt unläugbar, dafs auch eine solche Luft, deren Dichtigkeit um ein beträchtliches geringer, als die Dichtigkeit der uns umgebenden Luft im natürlichen Zustande ist, noch immer ein Bestreben behalte, sich nach allen Seiten auszubreiten. Bei jedem Stempelzuge wird die im Gefäfse befindliche Luft im ganzen innern Raume des Gefäfses des Cylinders ausgebreitet; es bleibt aber immer noch Luft im Gefäfse zurück, deren Dichtigkeit jedoch geringer ist, als die Dichtigkeit derjenigen Luft, welche vor dem Stempelzuge in eben dem Gefäfse enthalten war. Bei jedem Stempelzuge wird nemlich die im Gefäfse A zurückgebliebene Luft in einen Raum ausgedehnt, welcher sich zum Raume des Gefäfses A verhält, wie die Dichtigkeit der vor dem Auszuge des Stempels in A befindlichen Luft zu der Dichtigkeit der ausgedehnten Luft. Ueberhaupt nimmt die Dichtigkeit einer Masse Luft bei der Ausdehnung im Verhältnifs der Räume, in denen sie sich ausbreiten, ab.

Auch ist die atmosphärische Luft eine schwere expansible Flüssigkeit, weil sie sonst, wegen ihrer Expansibilität von der Erde entfliehen würde. Sie mufs also auch durch ihr Gewicht Druck ausüben. Dafs dieser Druck sehr beträchtlich sei, zeigte schon *Otto von Guerike* durch seine hohle Halbkugeln. Diese waren von Kupfer oder Messing; ihre Ränder waren genau auf einander

gepafst, und es konnte in diesem Zustande, vermittelst einer Luftpumpe, die Luft aus ihrer Höhlung genommen werden. Seine ersten Halbkugeln hatten zusammen einen Durchmesser von 0,67 einer Magdeburger Elle. An einer derselben befand sich ein Hahn, durch welchen man die Communikation der innern und äufsern Luft nach Gefallen heben und wiederherstellen konnte. Rings umher waren Rinken angebracht, um Seile durchziehen und Pferde daran spannen zu können. Zwischen die auf einander passenden Ränder der Halbkugeln wurde ein mit Wachs und Terpentin getränkter lederner Ring gelegt. Nachdem nun *Otto v. Guerike* diese beiden Halbkugeln genau an einander gelegt und vermittelst des geöffneten Hahns die Luft durch die Luftpumpe ausgeleert hatte, so waren nach verschlossenem Hahne die beiden Halbkugeln vom äufsern Druck der Luft so stark gegen einander geprefst, dafs 16 Pferde dieselben nur mit Mühe von einander zerren konnten, wobei ein Knall wie ein Büchsenschufs entstand. Wurde im Gegentheil der Hahn so geöffnet, dafs der innere Raum mit der äufsern Luft in Verbindung war, so konnten sie sehr leicht von Jedermann aus einander genommen werden. Den Druck der Luft auf die Fläche des gröfsten Kreises einer jeden Halbkugel, berechnet *Guerike* auf 2686 Pfund, welches aber zu grofs ist, denn er nahm die Wassersäule, welche mit dem Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht hält, auf 20 Ellen hoch an, da doch ihre Höhe nur 32 Rh. Fufs beträgt. Aufserdem war auch der innere Raum nicht ganz luftleer, und es hätte folglich der innere Gegendruck der zurückgebliebenen Luft müssen abgezogen werden. Da an jeder Seite acht Pferde angespannt waren, so hätte jedes Pferd 336 Pfund Kraft anwenden müssen. Dies ist aber offenbar zu viel, da man für die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge nicht mehr als etwa 170 Pfund rechnen kann. Es wäre folglich ganz unmöglich gewesen, die Halbkugeln durch sechszehn Pferde aus einander zu reifsen, wenn *Guerike's* Rechnung richtig und der innere Raum völlig luftleer gewesen wäre. Er brachte auch diese beiden Kugeln an ein hinlänglich starkes Gestell in seinem Hofe an, wo sie einige Zentner Gewicht tragen konnten, ohne von einander zu reifsen. Nachher liefs er sich noch zwei gröfsere Halbkugeln verfertigen, welche zusammen im Durchmesser eine Elle hatten, und welche von 24 bis 30 Pferden nicht von einander gerissen werden konnten.

Seine Versuche machte *Guerike* bereits im Jahre 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg, in Gegenwart des Kaisers Ferdinand des III. und vieler Reichsfürsten, wodurch die Luftpumpe allgemein bekannt wurde, und die Lehre vom Drucke der Luft gröfsere Erweiterungen erhielt.

(Man nennt diesen Kugelapparat Magdeburgische Halbkugeln (*hemisphaeria magdeburgica*, *hémisphères de Magdebourg*). (*Ottonis de Guerike experimenta nova magdeburgica de vacuo spatio. Amstel.* 1672. *Fol.*

lib. III, cap. 23, 24, 25; Wolf's nützliche Versuche Th. I cap. V § 115 f.; Gehler's phys. Wörterb. B. II p. 556; Fischer's phys. Wörterb. B. II p. 859, und andere phys. Werke.)

Ferner wird die Kraft des Luftdrucks sehr augenscheinlich dadurch bewiesen, daſs, wenn man ein gläsernes Gefäſs, dessen Seitenwände sich einander parallel und ganz dünne sind, auf den Teller der Luftpumpe bringt, schon nach dem ersten Stempelzuge das Gefäſs auf den Teller sehr fest aufgedrückt wird, und wenn das Auspumpen fortgesetzt wird, die Seitenwände einwärts gebogen werden, ja endlich gar ein Zertrümmern des Gefäſses erfolgt.

Höher liegende Luftschichten müssen demnach die darunter liegenden durch ihr Gewicht pressen. Wenn also die ganze Masse Luft sich selbst überlassen im Gleichgewicht ist, so kann ihre Dichtigkeit nicht durchaus gleichförmig seyn; die untern Schichten müssen wegen der Compressibilität der Luft und des Gewichts der darüber liegenden Schichten in einen engern Raum gepreſst, folglich dichter seyn; die Dichtigkeiten müssen also von oben herab immer gröſser werden. Mit der Zunahme der Dichtigkeit der tiefer liegenden Luftschichten muſs auch die ausdehnende Kraft derselben zunehmen, und die absolute Elasticität jedes Theiles derselben muſs dem Gewichte der ganzen darüber stehenden Luftsäule proportional seyn. Dieses wird auch wirklich durch Erfahrung bestätigt. Wenn man eine kurze nicht allzu weite gläserne Röhre mit Wasser füllt, und die obere Oeffnung mit einem Finger verschlieſst, so läuft aus der andern Oeffnung kein Wasser heraus. Sobald aber das verschlossene Ende geöffnet wird, so sinkt auch den Augenblick das Wasser durch die untere Oeffnung vermöge der Schwere gegen den Boden. 1) Alle Erfahrungen haben aber bewiesen, daſs die Ursache, warum das Wasser so lange in der Röhre bleibt, und alsdann erst abflieſst, wenn der Finger weggenommen wird, in dem Drucke der äuſsern Luft, gegen die Wasserfläche der untern Oeffnung liege. Stellt man sich nemlich die Röhre so vor, als ob unten bei der Oeffnung ein Boden sich befände, so würde derselbe einen Druck leiden, der vom Gewichte einer Wassersäule herrührt, deren Grundfläche dem Boden, und deren Höhe der Wasserhöhe gleich ist; dagegen leidet auch dieser Boden einen Gegendruck von der Luft, der so groſs ist, als der Druck einer Luftsäule, welche eben den Boden zur Grundfläche hat, und deren Höhe sich bis an die äuſserste

1) Die Scholastiker suchten den Grund dieser Erscheinung in dem Abscheu der Natur vor dem leeren Raume (*Horror vacui*); es ziehe sich nemlich das Wasser zusammen, um den leeren Raum zu vermindern, der unter dem obern Ende entstehen würde, wenn bei verschlossener Oeffnung das Wasser abflösse. (*Heron v. Alexandrien* Πνευματικων *s. spiritualium liber; ed. a Commandino Parisiis* 1575. 4.)

Grenze der Atmosphäre erstreckt. Wenn die gläserne Röhre über 28 Zoll lang, und an dem einen Ende verschlossen, darauf mit Quecksilber angefüllt, und das offene Ende der Röhre in ein Gefäfs mit Quecksilber gestellt ist, so wird man finden, dafs das Quecksilber in der Röhre über der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäfse, in der Höhe von etwa 28 Zoll stehen bleibt. Sobald hingegen oben ebenfalls geöffnet wird, so läuft auch das Quecksilber aus der Röhre. Hieraus erhellt, dafs der Druck der Luft im Stande ist, einer Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe das Gleichgewicht zu halten. Die völlig überzeugende Gewifsheit von der Ursache dieser Erscheinung gewährt die Luftpumpe; denn durch Wegnahme der Luft über der Fläche des Quecksilbers im Gefäfse sinkt das Quecksilber in der Röhre herab, und steigt nach Zulassung derselben wieder zur vorigen Höhe. Wenn die untere Oeffnung weit ist, so steht nun die Wasserfläche nicht stille, die Luft kann daher in die höher liegenden Stellen eindringen, stört also das Gleichgewicht des Wassers selbst, dessen Theile wegen der Verschiebbarkeit ausweichen und die Luft nach oben aufsteigen machen, welches nun dasselbe ist, als ob das obere Ende offen wäre, und so fliefst das Wasser sehr bald aus dem Gefäfse ab. Ist hingegen das Wasser in einem Gefäfse, das oben mit einer engen und unten weiten Oeffnung versehen ist, welche letztere mit einem Deckel verschlossen wird, der mit lauter kleinen Löchern durchstofsen ist, so wird, wenn die obere Oeffnung verschlossen ist, aus dem durchlöcherten Boden kein Wasser abfliefsen, aber sogleich sich ergiefsen, wenn die obere Oeffnung wieder frei ist. 1) (*Histoire de l'Académie à Paris, T. I, Paris* 1733,

1) *Auf die Elasticität und Schwere der Luft gründen sich: die Erscheinungen, dafs aus einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäfse, dessen Oeffnung sehr eng ist, beim Kehren der Oeffnung nach unten nichts hinausfliefst, dafs aus dem Hahne eines Fasses, dessen Spundloch verstopft ist, nichts hinausläuft, dafs auf einem Trinkglase, auf dessen Oeffnung ein Papier gelegt wird, beim Umkehren des Glases das Papier liegen bleibt, und verhindert, dafs kein Tropfen hinausfalle; die Wirkung der Saugpumpen, Spritzen, Heber, Zauberbrunnen* a), *Zaubertrichter* b), *Schröpfköpfe, Milchpumpen aus elastischem Harze, des Heronsballes und Heronsbrunnens; das Saugen der Kinder; das Trinken; das Tabaksrauchen; das Athmen; das Aufsteigen des Wassers und anderer Flüssigkeiten in offenen Röhren, an deren oberen Ende die Luft durch Saugen verdünnt wird, die Füllung der Blasebälge mit Luft, die Kraft der Windbüchse, u. s. w.*

a) Zauberbrunnen, intermittirender Brunnen (*Fons intermittens Kircheri, Fontaine intermittente, Fontaine de Commandement*) ist ein kleiner Springbrunnen, der abwechselnd Wasser giebt und aussetzt. Seine Wirkung beruhet darauf, dafs er mit mehreren Ausflufsröhren mit kleinen Mündungen, und mit einer Oeffnung im Bassin des Brunnens versehen ist, durch die Anfangs die

1733, p. 270 f.; Crusii Anleitung über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig nachzudenken, Th. II, Leipzig 1749, p. 968 f.; Weber über Luft, Landshut 1785, S. 96 f.; Fischer's phys. Wörterb. B. III, Art. *Luft*; Gehler's Wörterb. B. III, Art. *Luft*; Euler's Briefe über verschiedene Ge-

die Luft in das Innere des Gefäſses treten, und den Druck der äuſsern atmosphärischen Luft gegen die kleinen Mündungen der Röhren unwirksam machen kann, so daſs das Wasser aus den engen Röhren ausflieſst. Ist aber eine hinreichende Menge Wasser ausgeflossen, so wird dadurch die Oeffnung im Bassin der Luft verschlossen, und nun erlaubt der Druck der äuſsern Luft gegen die engen Mündungen der Ausfluſsröhren das Ausflieſsen nicht mehr. Da aber die Einrichtung zugleich so gemacht ist, daſs aus dem Bassin das Wasser beständig in ein unter demselben befindliches Gefäſs abflieſst, so wird der Luft nach einiger Zeit der Zugang in das Innere aufs Neue geöffnet, und das Auslaufen durch die kleinen Röhren findet nun wieder Statt. Daher, daſs man bei einiger Uebung leicht bemerken kann, wann das Wasser zu flieſsen aufhören und wieder anfangen wird, also der Experimentator gleichsam das Stillstehen und Laufen befehlen kann, hat diese Einrichtung den Namen Zauberbrunnen erhalten.

Die erste Einrichtung dieser Art hat Kircher angegeben. Wolf hat dieselbe so abgeändert, daſs er dem Gefäſse eine etwas breite Grundfläche giebt, die Statt der Guſsröhren mit kleinen Löchern versehen ist. Nach denselben Grundsätzen hat Wolf eine Lampe angegeben, welche aus einem Gefäſse dem Dachte nur so lange Oel zuflieſsen läſst, bis dieses eine gewisse Höhe erreicht, alsdann aber durch Versetzung eines Loches den äuſsern Zugang der Luft zum Oele im Gefäſse verschlieſst, und so das fernere Abflieſsen hindert, bis das Oel durch Verbrennung wieder niedriger zu stehen kommt, und das Loch wieder frei wird.

Auf diesen nemlichen Gründen beruhet die Einrichtung der Tintenfässer, welche aus einem eingeschlossenen Behälter gerade nur so viel Tinte hergeben, als zum Eintauchen der Feder hinreichend ist; so wie auch die Struktur der Taschenschreibfedern, die nicht mehr Tinte als nöthig ist in den Schnabel herablassen, u. s. w.

Wolf beschreibt noch eine andere Art von intermittirenden Brunnen, wo der Zufluſs in ein Bassin schwächer als der Abfluſs ist, und letzterer durch einen Heber bewirkt wird. Wenn der Zufluſs den Heber ganz gefüllt hat, so fängt dieser zu laufen an, und leert das ganze Bassin aus. Hierauf tritt Luft in den Heber, und der Abfluſs hört so lange auf, bis der Heber durch den Zufluſs wieder gefüllt ist. (*Wolfii elementa matheseos universae. Elementa hydraul. probl.* 36. 37. § 150. 152.)

b) Der Zaubertrichter, Taschenspielertrichter (*infundibulum magicum*, *entonnoir magique*) ist ein in Gestalt eines Trichters verborgener Stechheber. Seine Einrichtung und der Gebrauch ist folgender: Aeuſserlich sieht der Trichter wie jeder andere aus, aber das oberste konische Stück ist doppelt. Inwendig befindet sich nemlich noch ein abgekürzter Kegel, der mit dem äuſseren an der Peripherie der gemeinschaftlichen Grundfläche luftdicht zusammengesetzt ist, und gegen die andere Grundfläche zu sich enger als der andere zusammenzieht. An dem innern ist die untere spitze Grundfläche offen. Oben ist an dem äuſsern Trichter der gewöhnliche Ring um den Trichter daran zu halten, und an derselben Stelle

genstände aus der Naturlehre, übersetzt von Kries, Th. I, eilfter und zwölfter Brief.)

Alle diese Eigenschaften der Luft sind erst um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts recht bekannt geworden.

Galilei entdeckte zuerst durch einen mifslungenen Versuch eines Gärtners zu Florenz, der in einer Saugpumpe das Wasser auf mehr als 18 Ellen heben wollte, dafs die Gewalt, womit das Wasser in Saugpumpen zu heben ist, auf 32 Schuh eingeschränkt sei. 1) (bei Fischer a. a. O. p. 358; Gehler's Wörterb. B. I. p, 237).

Er kannte die Schwere der Luft, und erwies sie daraus, dafs eine hohle Kugel schwerer werde, wenn man in ihr Luft zusammen presse. (Fischer's phys. Wörterb. B. III. p. 325.)

Evangelista Torricelli, *Galilei* Schüler und Nachfolger auf dem Lehrstuhle zu Florenz kam auf den glücklichen Gedanken, dafs eben die Ursache, welche das Wasser nur 32 Schuh hoch treibe und halte, das 14 Mal schwerere Quecksilber nur $\frac{32}{14}$ Schuh, das ist, 27$\frac{3}{7}$ Zoll hoch treiben und halten werde. Diese geringe Höhe verschafte den Versuchen mehr Bequemlichkeit.

Torricelli schmolz nun im Jahre 1643 eine Glasröhre von einigen Schuhen Länge an einem Ende zu, füllte sie durch das andere Ende mit Quecksilber, verschlofs die Oeffnung mit dem Finger, und brachte sie in umgekehrter Stellung mit der zugehaltenen Oeffnung in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäfs. Wenn er darauf den Finger wegnahm, und das Quecksilber auslaufen liefs, so fand er seine Erwartung bestätigt. Nur der obere Theil der Röhre

dicht unter dem Ringe ein kleines Loch. Diesen Trichter füllt man Anfangs mit Wein, indem man die untere Oeffnung des äufsern Trichters verschlossen hält; alsdann steigt nach den Gesetzen des Gleichgewichts der Wein auch in den Raum zwischen den beiden abgekürzten Kegeln; die Luft aber tritt durch das kleine Loch unter dem Ringe des Trichters hinaus, welches deshalb so lange offen bleiben mufs. Nun aber fafst man den Trichter so an, dafs man zugleich das Loch am Ringe des Trichters verschliefst, und läfst den Wein unten zum Loche herauslaufen, so bleibt doch noch der Raum, den der innere Trichter einschliefst, mit Wein gefüllt. Ferner läfst man von einer andern Person aufs Neue etwas Wasser, aber nicht völlig so viel als den Raum des innern Trichters füllen würde, in den Trichter giefsen, indem man die untere Oeffnung wieder verschlossen hält. Werden darauf beide Oeffnungen, die beim Ringe und die untere des äufsern Trichters, zugleich geöffnet, so läuft mit dem Wasser zugleich der Wein zu der untern Oeffnung hinaus, und es hat das Ansehn; als sei das Wasser in Wein verwandelt. Damit die Farbe des mit Wasser vermischten herauslaufenden Weins nicht zu blafs ausfalle, kann man rothen Wein wählen.

1) Er schlofs daraus aber weiter nichts, als dafs die Abneigung der Natur gegen den leeren Raum sich nur auf gewisse Grenzen erstrecke.

ward leer, und es blieb eine $27\frac{1}{2}$ Zoll hohe Quecksilbersäule in der Röhre stehen. 1) (Gehler a. a. O.; *Histoire de l'Academ. à Paris depuis* 1666—1686, I. p. 270).

Boyle füllte eine sechs Fuſs lange, unten verschlossene, und ziemlich weite Glasröhre mit Quecksilber. In dieses senkte er eine andere, an beiden Enden offene, aber enge Glasröhre, in welche das Quecksilber von unten auf eindrang, bis auf 1 Zoll. Er verschloſs sie darauf mit Wachs; es blieb also eine Luftsäule von 1 Zoll Länge in der engen Röhre. Nun hob er die enge Röhre aus der weiten so weit empor, bis die Luft in der Röhre zwei Zoll einnahm. Hiedurch erhob sich wegen des Drucks der Atmosphäre und der Verdünnung der

1) *Torricelli* meldete den Erfolg des Versuchs im Jahre 1644 dem P. *Mersenne* in *Nevers.* Durch diesen erfuhr ihn *Pascal*, und schrieb darüber in seinem 23sten Jahre eine Abhandlung, (*Experiences nouvelles touchans le vuide*, *Paris* 1645) in der er aber den Abscheu vor der Leere annahm. *Torricelli* hingegen kam auf die Vermuthung, daſs die Erhaltung der Quecksilbersäule wohl von dem Drucke der Luftsäule herrühren möge. Er war im Begriff denselben weiter zu verfolgen, als ihn der Tod 1674 daran hinderte. Von ihm heiſst die beschriebene Quecksilbervorrichtung die Torricellische Röhre, und der leere Raum über dem Quecksilber die Torricellische Leere. Nachdem *Pascal* die Torricellische Vermuthung über die Ursache des Fixstehns der Quecksilbersäule in der Röhre durch mehrere Experimente zur Gewiſsheit erhoben, so schlug er in einer vortrefflichen Schrift (*Traité de l'equilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air*, *Paris* 1663. 12.) die leere Erklärung der Peripatetiker völlig zu Boden. *Descartes* scheint schon vor *Torricelli* und *Pascal* richtige Begriffe von der Ursache der Phänomene des Saugens gehabt zu haben. In seinen Briefen (*Ren. Descartes Epistolae*, *Amstel.* 1682. III. Vol. 4.) finden sich verschiedene (P. II. 91, 94, 96. P. III. 102.) worin er die Cohäsion, das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen, die Erhaltung des Wassers in offenen Gefäſsen bei verstopfter oberer Oeffnung, das Anhängen glatter Flächen an einander, ja sogar die Erhaltung des Quecksilbers in einer offenen Glasröhre bei verschlossenem obern Ende dem Drucke der Luft zuschreibt, und *Galilei's* Meinung von den Grenzen des Abscheus vor der Leere bestreitet. *Gehler* macht aber zugleich bei der Anführung dieser Notizen darauf aufmerksam, daſs die Data dieser Briefe ungewiſs waren, und *Descartes* Gewissen, wie andere Beispiele lehren, so zart nicht war, wenn es darauf ankam, sich fremde Erfindungen zuzueignen

2) *Torricelli* und *Pascal* hatten schon bemerken müssen, daſs die Höhe der Quecksilbersäule in der Torricellischen Röhre täglichen Veränderungen unterworfen sei; sie schlossen daraus, daſs auch der Druck der Atmosphäre von Tag zu Tag veränderlich sei, und daſs man diese Röhre zur Wahrnehmung und Abmessung dieser Veränderungen gebrauchen könne. *Otto von Guericke* war hierauf besonders aufmerksam. Man fing daher an, dieses Instrument als etwas sehr nützliches zu betrachten, und Jedermann versahe sich mit demselben. Man gab ihm den Namen Barometer (Schweremesser); behutsamere Naturforscher wählten den Namen Baroskop (Schwerebeobachter), weil sie glaubten, zum Maaſse werde mehr erfordert, als das Instrument leiste. Indessen ist es nicht unrecht, diesem Instru-

eingeschlossenen Luft eine Quecksilbersäule, die halb so lang war, als die Barometersäule eines guten Barometers. Nahm bei weiterer Erhebung der Röhre die Luft 4 Zoll ein, so mafs die unter ihr empor steigende Quecksilbersäule ohngefähr $\frac{3}{4}$ von der wahren Barometerhöhe.

Pascal durch *Torricelli's* Meinung, dafs der Luftdruck die Ursache des Nichthinausfliefsens des Quecksilbers sei, geleitet, liefs durch seinen Schwager *Perrier* zu *Clermont* in *Auvergne* schon 1648 Versuche auf dem Berge *Puy de Dome* anstellen, wobei sich fand, dafs das Quecksilber in der Torricelli'schen Röhre auf dem Gipfel des 500 Toisen hohen Berges über drei Pariser Zoll niedriger stand, als es am Fufse des Berges gestanden hatte. Hiedurch ward denn unwidersprechlich erwiesen, dafs die Erhaltung des Quecksilbers in der Röhre dem Drucke der Luft zuzuschreiben sei, denn so wie bei Besteigung des Berges die Luftsäule verkürzt wurde, so ward auch die Höhe der aufrecht erhaltenen Quecksilbersäule verkürzt. Auch fand *Pascal*, dafs, wenn er die Luft aus dem Gefäfse, worinn die Barometerröhre stand, wegnahm, das Quecksilber der Röhre sogleich in das Gefäfs herab sank. (Gehler a. a. O.)

Um sich völlig zu überzeugen, dafs der Druck der Atmosphäre, der eine Wassersäule von 30 bis 31 Fufs Höhe halten konnte, die einzige Ursache dieses Phänomens sei, haben einige diesen Versuch selbst angestellt. Der erste, der ihn zu Stande brachte, war nach *Schotts* Nachricht (*Meckanic. hydraul. pneumat.* p. 308; *Herbipoli*, 1657. 4.) *Caspar Bertus* in Rom. *Hausen*

mente den Namen eines Maafses zu geben, da es nicht blos Vergröfserungen und Verminderungen des Drucks der Atmosphäre, sondern in der That die absolute Gröfse dieses Drucks durch das Gewicht einer mit ihm gleich wiegenden Quecksilbersäule angiebt. Der grofse Haufe, der aus Barometerveränderungen auf Wetterveränderungen schliefst, hat ihm endlich den gemein n Namen Wetterglas beigelegt. Wenn die Barometerhöhe 28 Zoll = 2 1/3 Fufs ist, und man den Cubikzoll Quecksilber 950 Pfund Köllnisch schwer annimmt (S. Grens Grundrifs der Naturlehre, Halle 1788. 8. §. 596), so drückt der Luftkreis auf seine Flasche von 1 Quadratfufs mit einer Last von 2 1/3 950 = 2216 2/3 Pfund, und für jede Linie, um die das Quecksilber höher oder niedriger steht, beträgt der Druck 6 43/72 Pfund mehr oder weniger.

Man weifs aus Beobachtungen, dafs die Veränderungen des Barometers auf eine grofse Strecke Landes gleichzeitig erfolgen, und wenn die Orte gleich hoch liegen, auch gleich grofs, bei nicht gar zu grofsen Unterschieden der Höhen aber den mittlern Höhen der Quecksilbersäulen an diesen Orten proportional sind. Bei grofsen Unterschieden der Höhen aber, die mehrere Hunderte von Toisen betragen, hört dieses Gesetz auf, und die Barometerveränderungen werden in der Höhe weit geringer, welches leider zur Unsicherheit der Höhenmessungen beiträgt. (*Saussure Voyages dans les Alpes*, *T. V.*; Gehler's phys. Wörterb. B. II. p. 637; Kirwan's phys. chem. Schriften, Crell's Uebersetz. IV. p. 65. ff.)

Durch das Barometer können auch grofse Strecken Landes oder der Lauf der Flüsse nivellirt werden. Man läfst entweder an einem Orte das Barometer täglich zu gewissen Stunden beobachten, und macht die Beobachtung an andern Orten zu eben den Stunden, um die gleichzeitigen paarweise zur Berechnung zu gebrauchen, oder man nimmt für jeden Ort die daselbst beobachteten mittlern Barometerhöhen. Für die Meeresfläche ist der mittlere Barometerstand nach Bouguer 28 Par. Zoll 1 Linie; er kann aber bis 28 Zoll 4 3/4 Lin. steigen. (Gehler's phys. Wörterb. B. II. p. 637.) Mehr von den Veränderungen des Barometerstandes weiter unten.

in Leipzig (Kästner's Anfangsgründe der Arrometrie, §. 31. Anmerk.) gebrauchte hiezu starke messingene Röhren, welche an einander geschraubt wurden, bis sie die gehörige Länge hatten. Zwischen diesen Röhren ward um die Schraube nasses Leder gelegt, um das Eindringen der Luft abzuhalten. Oben ward eine starke gläserne Röhre angeschraubt, die am obern Theile wie eine Glocke gebildet war. (Der Apparat befindet sich noch unter den Instrumenten der Leipziger Universität.) (Fischer's Wörterb. B. III. p. 359; Gehler's Wörterb. B. III. p. 45.) 1)

1) Etwa 20 Jahre nach den auf *Pascal's* Veranstaltung angestellten vergleichenden Versuchen über die Quecksilberhöhe in der Torricellischen Röhre auf Bergen und in der Ebene ward durch *Boyle* und *Mariotte* das unter dem Namen *Mariottischen* bekannte Gesetz entdeckt, dafs sich die Dichte der Luft wie der Druck der sie trägt verhalte. *Mariotte* schrieb hierüber ein für damalige Zeit vortreffliches Werk (*Discours de la nature de l'air* 1676. 8., und in den *Oeuvres de Mr. Mariotte, à la Haye*, 1740. 4. *T. I.*), welches den ersten Versuch einer Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer enthält. Erfahrungen in den Kellern der Pariser Sternwarte zeigten, dafs das Barometer um eine Linie fiel, wenn man es 63 Fufs höher brachte. *Mariotte* nahm zur Erleichterung der Rechnung 60 Fufs an, um welches das 28 Zoll oder 336 Linien zeigende Barometer erhoben werden müsse, um 335 Linien zu zeigen. Nun stellt er sich die Atmosphäre in Schichten getheilt vor, in deren jeder das Barometer 1/12 Linien tiefer fällt, deren jede also gleiche Massen Luft enthält. Die unterste oder erste ist 1/12 60 oder 5 Fufs hoch, und die Anzahl aller bis ans Ende der Atmosphäre ist 12. 336 = 4032. Nach dem Mariottischen Gesetze trägt im Anfange der 2016 Schichten, wo das Barometer nur noch 14 Zoll oder $\frac{2016}{12}$ Linien zeigt die Luft nur halb so viel Druck, und ihre Dichte ist nur halb so grofs als unten, mithin die Höhe der Schacht selbst doppelt so grofs oder 10 Fufs. Ueberhaupt wird man, um die Höhe jeder einzelnen Schicht zu finden, die Formel $\frac{4032}{y}$ brauchen müssen, wenn y die Barometerhöhe am Anfange der Schicht in Zwölftheilen der Pariser Linie ausgedrückt bedeutet. So machen die Höhen der Schichten zusammen folgende Reihe aus:

$$\frac{4032.5}{4032} + \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{y} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{4032.5}{y+1} + \frac{4032.5}{y}$$

Von dieser Reihe geben alle Glieder bis $\frac{4032.5}{y+1}$ einzeln berechnet, und addirt die ganze Höhe der Luftsäule bis dahin, wo die Barometerröhre = y ist. Die Schicht, welche zum Divisor y selbst hat, liegt über dem Orte der Beobachtung, und darf also in dessen Höhe nicht mit eingerechnet werden. Die Mühe dieser Berechnung aber ward dem *Mariotte* zu grofs, daher nimmt er an, die Reihe (welche eigentlich eine harmonische ist) sei eine arithmethische von eben so viel Gliedern, deren erstes Glied = 5 das letzte = $\frac{4032.5}{y+1}$ sei. Diese summirt er um die Höhe zu finden nach den gewöhnlichen Regeln für die Summe arithmetischer Reihen.

Pascal (*Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse d'air*, Paris 1663, 12.) meldet, er habe das Quecksilber auf den 24 Toisen hohen Thurme der Kirche *St. Jacques de la Boucherie* in Paris über 2 Linien niedriger, als unten gefunden.

Maraldi, *Cassini* und *de Chazelles* wollten durch Versuche in der Pariser Sternwarte gefunden haben, dafs für eine Höhe von 60 Fufs das Barometer etwa um 1 Linie falle, und dafs man auch aufs Neue 61 Fufs empor steigen müsse, wenn es um die zweite Linie hinunter sinken solle. (Sammlung

De Luc gab sich (Unters. über die Atmosphäre T. I. p. 296) die Mühe durch einzelne Berechnung und Summirung der Glieder die Höhen für die Barometerstände von 28 bis 16 Zoll für alle einzelnen Zolle zu suchen, und in eine Tabelle zu bringen, wobei auch für eine Linie Quecksilberfall wieder 63 Fufs statt 60 gesetzt, die Schichten aber 1 Linie hoch angenommen werden. Diese Tabelle giebt für den Barometerstand auf dem Coraçon 15 Zoll 10 Linien die Höhe 12039 Fufs oder 2006 Toisen über die Meeresfläche. Es beträgt aber dieselbe 2470 Toisen (*Gehler's* Wörterb. I. p. 302); also giebt *Mariottes* Verfahren grofse Höhen viel zu klein. Die Ursache hievon lag zwar gröfstentheils in der Voraussetzung, dafs man nur 63 Fufs steigen dürfe, um die Höhe des Barometers um 1 Lin. zu vermindern; aber die Methode selbst ist äufserst unvollkommen und beschwerlich. *Mariotte* sah zwar ein, man könne das Wachsthum der Luftschichten nach den Regeln bestimmen, durch welche man die Logarithmen findet; fiel aber doch nicht darauf, diese Logarithmen wirklich zu gebrauchen, und begnügte sich durch Addiren zu suchen, was man durch Integriren finden mufs.

Halley (*A discourse of the rule, of the decrease, of the heigt, of the Mercury in the Barometre* in d. *Philosoph Transact. no.* 181. und in *Miscellaneis curios.*, *London* 1705. 8.) war der erste, der zu dieser Absicht die Logarithmen wirklich anwandte. Bei dieser ganz richtigen Theorie legte er die Hyperbel zwischen den Asymptoten zum Grunde, wie es damals gewöhnlich war. Hier wird es zweckmäfsiger seyn, die Theorie nach *Kästner* (Abhandl. von Höhenmess. durch das Barometer, p. 223 und f.) vorzutragen. Es sei Taf. XIII, Fig. 3. $SK = x$ eine Höhe, an deren unterm Ende S die Barometerhöhe $= f$, aber am obern $K = y$ sei. Bei S verhalte sich die Dichte der Luft zur Dichte des Quecksilbers wie $m : 1$. So ist nach dem Mariottischen Gesetze die Dichte der Luft in $K = \frac{my}{f}$, weil die Dichten sich wie die Barometerhöhen, also die in S und K wie $f : y$ verhalten. Das Differential der Höhe SK sei $Kk = dx$. So wird die Barometerhöhe y von K bis k um dy abnehmen. Dieses $-dy$ oder die Abnahme mufs dem Gewichte der Luft im Raume Kk gleich sein. So viel nemlich dieses Gewicht beträgt, um so viel nimmt der Druck der Luft von K bis k ab. Nun ist das Gewicht hier, wo man im unendlich kleinen Kk die Dichte gleichförmig setzen mufs, dem Produkte der Dichte in dem Raum gleich, oder es ist das Gewicht $= \frac{my}{f} . dx$. Daher $-dy = \frac{my}{f} . dx$ und $-\frac{f}{m} . \frac{dy}{y} = dx$ woraus, wenn man so integrirt, dafs für $x = 0$; $y = f$ wird $x = \frac{f}{m} \log. nat. \frac{f}{y}$ folgt.

brauchbarer Abhandl. aus Herrn Abt *Rezier* Beobachtungen über Natur und Kunst, B. I, Leipzig 1775, p. 167). Nachher fand man für die erste Linie Fall 63 Fuſs (*Discours de la nature de lair par Mr. Mariotte* 1676, 8; *Oeuvres de Mr. Mariotte à la Haye* 1740, 4. T. I.) Daſs aber auch diese Höhe für den Effect viel zu klein sei, ergiebt sich schon aus *de la Hire's* (*Memoire de l'Académie à Paris* 1709) ebenfalls in den Kellern der Pariser Sternwarte angestellten Beobachtungen, wobei 74 ⅔ Fuſs Höhe für 1 Linie Quecksilberfall

Man kann den natürlichen Logarithmen sogleich aus dem log. $\frac{f}{y}$ finden, wenn man den letztern mit der Zahl 2,302585 multiplicirt. Diese Zahl heisse e, so ist $x = \frac{f}{m} . e . \log . \frac{f}{y}$. Nun sei für eine andere Höhe über S, oder für S L, die Barometerhöhe in L = so wird $SL = \frac{f}{m} . e . \log . \frac{f}{y}$. Hievon $SK = -\frac{f}{m} . e . \log . \frac{f}{y}$ abgezogen, bleibt $KL = \frac{f}{m} e . \log . \left(\frac{f}{y} . \frac{f}{y}\right)$ $= \frac{f}{m} . e . (\log . y -)$ Dies giebt die allgemeine Regel: Wenn man den Unterschied der Logarithmen von y und Y oder von den Barometerhöhen an den Orten K und L durch den unveränderiichen Coefficienten $\frac{f}{m} . e$ multiplicirt, so findet man die Höhe K L.

Der beständige Coefficient $\frac{f}{m} . e$ hat zwei Factoren. Der eine, e, dient blos die natürlichen Logarithmen in briggische zur Bequemlichkeit beim Rechnen zu verwandeln. Der zweite $\frac{f}{m}$ aber ist eine Barometerhöhe f oder der Ausdruck des Gewichts der Atmosphäre, durch die Dichte der Luft an derselben Stelle m dividirt. Nun giebt das Gewicht durch die Dichte dividirt den Raum oder hier die Höhe der Säule, wenn die Dichte durchaus gleichförmig ist. Mithin ist $\frac{f}{m}$ die Höhe einer Säule flüſsiger Materie, welche durchaus die Dichte der untern Luft hat, und so stark drückt, als die Atmosphäre drückt. Es stellt aber auch f die absolute Elasticität der Luft in S vor, welche jederzeit dem Gewichte der darauf drückenden Luftsäule gleich ist. Nun verhält sich die specifische Elasticität wie der Quotient der absoluten Elasticität f durch die Dichte m, also ist $\frac{f}{m}$ der specifischen Elasticität der Luft in S proportional. Nennt man der Kürze wegen den Coefficienten $\frac{f}{m} = c$, so ist $x = c \log . nat . \frac{f}{y} = c\, e \log . \frac{f}{y}$. Es läſst sich eine logarithmische Linie denken, deren Abscissen die x und deren Ordinaten die y der Formel ausdrücken. Die Formel selbst würde die Gleichung für diese Linie $dx \frac{c\,dy}{y}$ ihre Differentialgleichung und — c ihre Subtangente sein. Das negative Zeichen bedeutet hier nur, daſs diese Subtangente nicht wie sonst, gegen den Anfang der Abscissen zu, sondern von denselben hinweg nach der entgegengesetzten Richtung fällt, weil hier die Ordinaten abnehmen, wenn die Abscissen wachsen. Daher ist die Subtangente dieser Curve der specifischen Federkraft der Luft proportional und der Höhe einer Säule gleich, dereu flüſsige Materie

gefunden ward. Auch *Horrebow* (*Element. philos. nat. Hafn.* 1748. 8. Cap. 8.) bemerkt, als das Barometer auf 28 Zoll gestanden habe, er 75 Fuſs steigen müssen, bis es eine Linie gesunken sei. 1)

Cassini fand auf dem Gebirge *de Notre Dame de la Garde* bei Toulon, daſs sein Barometer, daſs unten auf 28 Zoll stand, auf 26 Zoll 8 Linien herabgefallen war. Das Gebürge hatte eine Höhe von 178 Toisen 2 Fuſs; das Quecksilber war also für diese Höhe um 46 Linien gefallen, welches, könnnte man die Luft in dieser ganzen Höhe gleich dicht annehmen, für 10 Toisen 5 Fuſs eine Linie gäbe.

Picord beobachtete auf dem St. Michels Berge, daſs das Barometer bei einer Erhöhung von 64 Toisen um $4\frac{1}{2}$ Linie gefallen war, woraus er schloſs, daſs eine Linie Unterschied in der Höhe des Quecksilberstandes auf eine Höhe von 14 Toisen einen Fuſs 4 Zoll deute.

Der ältere *de la Hire* fand den Quecksilberstand auf dem Berge *Clairet* bei Toulon 26 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linie; da er drei Stunden darauf zum Meeresufer herab gestiegen war, betrug die Barometerhöhe 28 Zoll 2 Linien; der Unterschied der Höhe betrug 257 Toisen, die also $21\frac{1}{2}$ Linien Quecksilberunterschied veranlaſsten, das nach der angeführten Voraussetzung 12 Toisen für eine Linie Quecksilberunterschied betrug. Ferner machte er Versuche dieser Art zu *Meudon*; hier

die Dichte der untern Luft, und das Gewicht der Atmosphäre hat. Diesen Satz hat *Cotes* (*Harmonia mensurarum* p. 18) synthetisch erwiesen; und weil $\frac{r}{m} = \frac{c}{f}$ so zeigt diese Subtangente durch die untere Barometerhöhe dividirt an, wie viel Male 1 gröſser als m oder das Quecksilber schwerer als die untere Luft ist. Dies ist der Abriſs der allgemeinen Theorie, wo nun noch die Bestimmungen des c von Erfahrungen abhängt.

Mariotte's Erfahrungen geben für f = 336''', und y = 335'''; x = 63 Fuſs oder 10,5 Toisen. Bei ihm ist also 10,5 = c e (log. 336 — log. 335), woraus nach gehöriger Berechnung c e = 8111 Toisen c = 3522 Toisen, und das Quecksilber 9058 Mal dichter, als die Luft folgt. *Halley* hingegen geht davon aus, daſs das Wasser 800 Mal schwerer als Luft, und Quecksilber 13 1/2 Mal schwerer als Wasser sei, daher er $\frac{1}{m}$ = 13 1/2 800 = 10800 setzt. Für die Stelle, wo dieses Statt findet, oder am Ufer des Meeres nimmt er die Barometerhöhe f = 30 engl. Zoll. So ist $\frac{f}{m} = c = \frac{30.\ 10800}{12}$ Fuſs = 27000 engl. Fuſs, und c e = 62170 Fuſs, welches auf Pariser Maaſs nach dem Verhältnisse 153 : 144 reducirt, c e = 58512 Fuſs, oder 9702 Toisen giebt. Also ist nach *Mariotte* x = 8111. (log. f — log y) *Halley* x = 9752 (log. f — log. y) in Toisen.

1) Hierauf gründet er eine Berechnung nach Schichten; nach der logarithmischen Theorie würde seiner Erfahrung zufolge c e = 3657 Toisen und x = 9657. (log. f — log. y) seyn.

hier fand er, dafs das Barometer für eine Höhe von 85 Toisen 2 Fufs um $6\frac{3}{4}$ Linien fiel, welches nach oben 12 Toisen 4 Fufs für jede Linie gab.

Bei mehreren Versuchen, die er auf dem Pariser Observatorium machte, fand er nach obiger Voraussetzung immer, dafs 12 Toisen $2\frac{3}{5}$ Fufs einer Barometerveränderung von einer Linie entsprachen.

Sebastien beobachtete, dafs das Barometer am 8ten Jun. 1705 Nachmittags um 4 Uhr auf der Spitze des *Montd'or* 22 Zoll 2 Linien stand. Durch vorhergegangene Versuche verschiedener Pariser Akademiker hatte man gefunden, dafs die perpendiculaire Höhe dieses Berges über die Oberfläche des Meeres 1047 Toisen betrug, und durch Vergleichung mit dem Quecksilberstande auf dem Observatorium zu Paris, am Mittage desselben Tages, fand man, dafs die Quecksilberhöhe am Ufer des Meeres 5 Zoll $11\frac{2}{5}$ Linie mehr betrage, als auf dem Berge.

Wallerius machte auf des jüngern *de la Hire's* Ersuchen in Schweden im Sommer 1713 in den Bergwerksschachten von *Flemengienus* und *Flemingsschatet*, und in den Minen, die er *Falhunenses* nannte, im grofsen Kupferberge und auf dem Gebürge *Grufriis Berget*, der nahe an diesen Minen ist, Versuche dieser Art, während der Himmel voll Wolken war, und ein etwas starker Wind, der die Hitze etwas dämpfte, wehete. Er fing seine Beobachtungen mit Untersuchung des Barometerstands am Eingange der Minen an, wo er den Quecksilberstand 26 Franz. Zoll $9\frac{52}{500}$ Linien fand. Hierauf stieg er um 45 Schwedische Toisen hinunter, (=41 Toisen 1 Fufs 2 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie Franz. Maafs) und beobachtete daselbst eine Barometerhöhe von 27 Zoll $1\frac{26}{500}$ Linie.

Als er noch 45 Schwed. Toisen niedriger war, betrug die Barometerhöhe 27 Zoll 5 Linien Pariser Maafs.

Um sich von der Richtigkeit seiner Beobachtungen zu überzeugen, machte er beim Hinaufsteigen wieder Versuche. Als er 30 schwedische Toisen hinaufgestiegen war, fand er das Quecksilber des Barometers um 2 Linien Schwed. gefallen, welches nach Franz. Maase $2\frac{316}{500}$ Linien für 27 Toisen 1 Fufs 6 Zoll 9 Linien betragen würde. Als er abermals 30 schwed. Toisen gestiegen war, fand er dasselbe abermals um 2 Schwed. Linien gefallen. Da er endlich nachdem er abermals 30 Schwed. Toisen hinauf zurückgelegt hatte, an der Oeffnung der Mine angelangt war, fand er die Quecksilberhöhe wieder um 2 Linien geringer, und der beim Anfange des Herabsteigens wahrgenommenen völlig gleich.

Hierauf stieg er auf das Grufriis-Berget Gebürge hinan, und da er eine perpendiculaire Höhe von 15 Schwed. Toisen zurückgelegt hatte, beobachtete er die Quecksilberhöhe um 1 Linie geringer, als am Fufse des Gebürges, welches nach Pariser Maas $1\frac{158}{500}$ Linien Fall für 13 Toisen 4 Fufs 3 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien

entspricht. Er fuhr fort um 15 Toisen zu steigen, worauf die Quecksilberhöhe wieder um eine Schwed. Linie geringer, als in den vorigen Versuchen befunden wurde. Als er endlich auf dem Gipfel des Gebürges angelangt war, der 22 Schwed. Toisen über dem Orte, an dem die letzte Beobachtung angestellt wurde, erhaben war, so war das Quecksilber wieder um $1\frac{2}{10}$ Schwed. Linien niedriger. Es war demnach das Quecksilber für eine Höhe von 52 Schwed. Toisen um $3\frac{2}{10}$ Schwed. Linien = für eine Höhe von 47 Toisen 3 Fufs 2 Zoll $10\frac{8}{10}$ Lin. Par. M. um 4 Lin. $\frac{106}{500}$ Par. M. gefallen. Als er nachher vom Gebürge hinabstieg, beobachtete er die Quecksilberhöhen an denselben Orten, an denen er sie beim Hinaufsteigen beobachtet hatte, und erhielt dieselben Unterschiede, woraus er schlofs, dafs $9\frac{2}{10}$ Lin. Schwed. einer perpendiculären Höhe von 142 Toisen Schwed. = $12\frac{54}{500}$ Lin. einer Höhe von 129 Tois. 4 Fufs 11 Zoll $1\frac{450}{507}$ Lin. Par. M. entsprächen.

Walterius bemerkt hiebei noch, dafs um die Messungen desto genauer machen zu können, er sie mit 2 Barometern angestellt habe, die beim Anfange der Versuche genau dieselben Höhen gehabt, und während der Fortsetzung derselben immer vollkommen übereinstimmend geblieben wären. (*Mem. de l'Acad. à Paris, an.* 1712. p. 108.)

Black sagt: (Vorles. über die Gr. der Chemiker, p. 132.) der Druck von 30 Fufs senkrechter Höhe der Atmosphäre habe $2\frac{1}{2}$ Mal so viel Wirkung auf die Verdichtung der Luft, als 1° Fahr. Wärme habe sie zu verdünnen.

Johann Jacob Scheuchzer (Bergreise, in seiner Naturgeschichte des Schweizerlandes, Th. II. herausgegeben von Sulzer, Zürich 1746, und in den *Philosoph. Transact.* 1727. n. 405.) mafs im Pfeffersbade in der Grafschaft Sargans mit der Schnur eine Felsenwand von 714 Fufs, und fand das Quecksilber am Fufse des Felsens 25″ $9\frac{1}{7}$ Lin. = $309\frac{1}{7}$ Lin., auf der Spitze 10‴ niedriger, also $299\frac{1}{7}$‴. 1)

1) Hienach wäre $ce = \frac{119}{0{,}0142717} = 8338$ Toisen, und die Dichte der Luft bei 28 Barometerhöhe 9311 Mal geringer, als die Dichte des Quecksilbers. Scheuchzers Beobachtung mit dem Barometer, und selbst die Reduction der mit Züricher Maafs gemessenen Höhe auf Pariser Maafs, sind nicht ganz fehlerfrei. Scheuchzer meldet nemlich, er habe beim Pfeffersbade an einer Wand eine Höhe von 766 Züricher Fufs mit einem Lothe bestimmt, und mit der Schnur gemessen; das Quecksilber habe unten 23 Zoll 2 Linien, oben 22 Zoll 4 1/2 Linien Züricher Maafs gestanden, die Abzählung sei aber nicht von der Höhe des Quecksilbers im untern Behältnisse genommen. Sulzer erinnert, Scheuchzer und sein Sohn hätten die Höhe der Felsenwand, und den Unterschied der Barometerstände 714 Pariser Fufs 10 Paris. Lin. angegeben. Es sei aber entweder in dieser Bestimmung oder in der Messung der Höhe ein offenbarer Fehler. Kästner findet nach Crusens Contoristen 766 Züricher Fufs nur 708,02 Paris. Fufs. Ueberhaupt ist auch der beständige Coefficient zu klein.

Schon *Galileus* stellte Versuche über die Schwere der Luft an der Erdfläche mit einer Wasserspritze an, und sagt, er habe die Luft 400 Mal leichter, als eben so viel Wasser gefunden. Es ist aber leicht einzusehen, daſs er schwerlich eine solche Berechnung richtig machen konnte.

Bougue: (Voyage de Perou, in der Figure de la Terre, Paris 1749. 4. p. XXXIX; und Memoires de l'Académie à Paris, a. 1753 p. 515 ff.) giebt aus seinen in Amerika gemachten Beobachtungen eine Regel an, welche er selbst für sehr einfach hält, ob er gleich nicht angegeben hat, auf welchem Grunde sie beruhet. Er sagt, man drücke die Barometerhöhe in Linien aus, schlage in den gewöhnlichen Tafeln ihre Logarithmen auf, und nehme derselben Differenz; von dieser ziehe man den dreiſsigsten Theil ab, von dem, was übrig bleibt, behalte man nur die Kennziffer, und die vier nächsten Ziffern, dies giebt die relative Höhe der Oerter in Toisen. Von dem Unterschiede der Logarithmen die Kennziffer, und die vier nächsten Ziffern behalten, heiſst eben so viel, als die Ziffern als ganz ansehn, folglich ihre niedrigsten, welche Zehntausendtheile bedeuten, in Einer verwandeln, oder eigentlich den Unterschied mit 10000 multipliciren. Den dreiſsigsten Theil vom Unterschiede abziehn, heiſst 29 Theile behalten. Bouguer's Regel ist also diese:

$$x = 29/30.\ 10000\ (\log. f - \log. y)$$

$$\text{oder } x = 9666\ 2/3\ (\log. f. - \log. y)$$

wo $c\,e = 9666\ 2/3$; $c = 4198$ Toisen, und die Dichte der Luft am Ufer des Meeres, beim Barometerstande 28 Zoll 1 Lin., 10764 Mal geringer, als die des Quecksilbers ist. In einem Briefe an Needham (Observations des hauteurs faites avec le barometre au mois d'Aout 1751 sur une partie des Alpes, par Mr. Needham à Berne 1760. 4.) meldet Bouguer, diese seine Methode sei nur für Berge gut, wo der Stand des Quecksilbers im Barometer nicht sehr veränderlich sei, und gebe eigentlich nicht die Höhen über dem Meere, sondern Tiefen unter dem Pichincha an, dessen Höhe er über der Meeresfläche durch geometrische Messung 2434 Toisen gefunden habe. Kästner bemühete sich den Grund und die Beobachtungen, worauf die von Bouguer gegebene Regel beruhet, zu entdecken. Er fand, daſs Bouguer zum Grunde seiner Regel die Baromsterhöhe zu Carabourou und auf dem Pichincha gelegt, nebst der geometrischen Bestimmung, wie tief der erste Ort unter dem letztern gelegen. Die Barometerhöhe zu Carabourou fand Bouguer 21 Zoll 2 3/4 Linien, und die auf dem Pichincha 15 Zoll 11 Linien, und die Höhe des erstern über den letztern nach geometrischer Messung 1209 Toisen. Man muſs daher nach seiner Regel für jeden andern Berg erst die Tiefe unter dem Pichincha berechnen, und aus ihr und des Pichincha geometrisch gemessenen Höhe über dem Meere des Berges Höhe. Der Unterschied der Logarithmen von 21 Zoll 2 3/4 Linien = 254,75, und von 15 Zoll 11 Linien = 191 Linien beträgt 0,1250807, und so sollte $c\,e = \frac{1206}{0{,}1250807} = 9665{,}8$ sein, wofür B der bequemern Rechnung wegen 9666,6 oder $\frac{29}{30}$. 10000 angenommen hat. Daraus erhellt, daſs Bouguer Regel richtiger zu-

Newton, und nach ihm *Gregori* und *Cotes* setzen das Verhalten der Schwere des Wassers zu der der Luft : : 850 zu 1. (Mineralogische Belustigungen u. s. w. B. VI, Leipzig 1771. p. 36.)

treffe, wenn der Berg nicht sehr tief unter dem Pichincha ist. Je tiefer man aber gegen die Meeresfläche zukömmt, desto gröfser wird alsdann auch der Fehler, und Needham fand die Höhe der Berge nach Bouguers Regel über das Meer 63 Toisen gröfser, wenn er von oben herab rechnete, als wenn er von der Meeresfläche ausging; dabei nahm indessen Needham die Barometerhöhe am Meere auf 336 Linien an, da sie doch Bouguer ausdrücklich auf 337 Linien setzte.

Seine für hohe Berge genaue Regel fand Bouguer (Memoir. de l'Academie de Paris, 1753, sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère) schon im untersten Theile der Cordelieren fehlerhaft, auch erinnert er, dafs sie nicht bei allen andern Gebirgen der heissen Zone, noch weniger in Europa gelte. Denn er fand die Luft unten fast alle Mal dichter, als sie nach der Regel sein sollte. Aus den Wirkungen der Wärme läfst sich dieses nach Bouguers Meinung nicht hinlänglich erklären, da diese nahe am Horizonte viel gröfser, als in der Höhe sei, und die Luft daselbst sich vielmehr ausbreiten und verdünnen müsse. Er vermuthet daher, dafs man nicht sicher voraussetzen könne, alle Theilchen der groben Luft wären einander gleich und ähnlich, dafs mithin eines genau eben so viel Elasticität besitze, als das andere. Dies leitet ihn auf den Gedanken, die specifische Elasticität von der absoluten der Luft zu unterscheiden, und er meint verschiedene Luftarten könnten bei gleicher Wärme und Dichtigkeit dennoch verschiedenen Widerstand thun, d. h. verschiedene spec. Elasticität besitzen. Um dies zu untersuchen, schlägt er vor, Versuche über den Widerstand der Luft mit dem Pendel anzustellen. Auch hatte er bereits den Anfang damit gemacht, und gefunden, dafs die specifische Elasticität von Quito bis zum Pichincha fast ungeändert bleibe, bis an das Ufer des Meeres aber sehr verschieden ausfalle. Alle diese seine Resultate brachte er in eine Curve, die er indefs selbst für nicht ganz sicher ausgiebt, weil zwischen manchen Erfahrungen ziemlich viel Zeit verflossen war, in der Unrichtigkeiten vorgegangen sein konnten; daher auch de la Lande (Connaissances des mouvemens célestes 1785. p. 219) urtheilt, diese Curve der Elasticität sei die krumme Linie der Irrthümer, welche Bouguer bei den verschiedenen Messungen begangen habe.

Daniel Bernoulli (Hydrodynamica Argentorat. 1738. 4 Sect. X.) folgert aus seiner Hypothese von der Elasticität der flüssigen Materie, dafs sich die Kraft, welche Luft in einen gegebenen Raum zusammen drücken kann, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der Lufttheilchen mit dem Raume dividirt verhalte. Hieraus mit noch mehreren Versuchen verbunden, findet Bernoulli eine Differenzialgleichung zwischen dieser Kraft, der Höhe über dem Horizonte des Meeres und der Geschwindigkeit der Lufttheilchen. Wird diese Geschwindigkeit unveränderlich angenommen, so erhält man die gemeine logarithmische Gleichung. Bernoulli setzte aber diese Geschwindigkeit veränderlich, sucht ihr Gesetz, welches sich mit einigen Erfahrungen von Barometerhöhen, die er anführt, ver-

Der P. *Mersenne* (*Discorsi intorno a due nuove scienze.* 1638, *Giornata* 1.) bediente sich einer Aeolipile, die er zuerst mit der Luft darin abwog, dann oben auf Kohlen legte, und die Kugel, nachdem die Luft durch die Hitze ausgetrieben war, leichter fand. Daraus berechnete er, die Luft sei 1643 Mal leichter,

gleichen läſst, bestimmt bei der so heraus kommenden Integralgleichung die unveränderlichen Gröſsen auch aus Erfahrungen, und findet endlich $x = \frac{22000\ (f - y)}{y}$ in Fussen, wo f den mittlern Barometerstand am Meere oder 28 Zoll 4 3/4 Linien bedeutet. Bei Johann Georg Sulzer (Beschreibung der Merkwürdigkeiten auf einer Reise durch einige Orte des Schweizerlandes. Zürich 1742. 4.) findet sich nach dieser Regel eine Tabelle berechnet, welche 3 Columnen hat: die erste ist überschrieben, Fall des Quecksilbers für eine Linie, die zweite Höhe des Orts über das mittelländische Meer; und die dritte mittlere Höhe des Quecksilbers von 28 Zoll 4 3/4 Lin. durch alle einzelnen Linien bis 23 Zoll. Diese von Bernoulli angegebene Regel ist blos hypothetisch, und wenn man beim Integriren andere Beobachtungen zum Grunde legt, so findet man auch statt des Coefficienten 22000 andere Zahlen.

Cassini (Mem. de Paris 1733) nahm zu Vergleichung einiger auf den Pyrenäen gemachten Beobachtungen an, die Dichte der Luft verhalte sich wie das Quadrat des Drucks, woraus $x = \frac{f}{m} \cdot \left(\frac{f}{y} - 1\right)$ folgt. Seine Voraussetzung aber beruht auf keinem physikalischen Grunde.

Maraldi nahm an: die Schichten, durch welche das Quecksilber immer um 1 Lin. fällt vom Meere an, wären nach einander 61, 62, 63 Fuſs u. s. w. Feuillée machte eben solche Schichten, nur jede um 2 Fuſs höher. Von allen diesen Hypothesen handelt Lulofs (Einleitung zur mathematischen und phys. Kenntniſs der Erdkugel, §. 446 f.)

Fontana (Delle Altezze barometriche, Saggio analytico de P. Greg. Fontana, Pavia 1771. 8.) nimmt an, die Dichtigkeit der Luft verhalte sich wie eine Potenz des Drucks. Hiebei bringt er vorzüglich die Schwere als eine veränderliche Gröſse mit in Betrachtung, und bringt eine Differenzialgleichung heraus, in welcher die veränderlichen Gröſsen vermengt sind. Fontana's Hauptabsicht war dabei die Anwendung analytischer Kunstgriffe zur Auflösung einer so allgemeinen Aufgabe zu zeigen, welche aber in der Ausübung nicht vorkommen kann. Eben diese Untersuchung hatte schon Newton (Princip. LII. prop. 22.) angestellt, und bediente sich dabei der Hyperbel. Kürzer ist sie von Cotes (Harmon. mensurarum; in Opp. Cantabr. 1722. p. 18) angestellt worden. Dieser braucht die logarithmische Linie, welche er hiezu auf eine eigene Art verzeichnet, indem er Absoisen von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt nimmt, und an sie die Dichtigkeit als Ordinaten setzet.

Beckmann erwähnet, (in Erich Laxmanns sibirischen Briefen, Göttingen 1769. 8. Anmerk. p. 34) daſs er zwei Tafeln zu Messung der Höhen mit dem Barometer besitze, welche von Tobias Mayer entworfen worden; von denen Kästner genauer redet. Diese Tafeln handeln von Barometerhöhen mit zuge-

als Wasser. Da aber die Hitze nie alle Luft heraustreibt, so giebt diese Methode das Gewicht derselben viel zu gering an. *Boyle* wiederholte (*Exp. phys. mechan. de vi aëris elastica*) den Versuch mit mehr Vorsicht, und fand die Luft nur um 938 Mal leichter.

hörigen Höhen über dem Horizont des Meeres in Pariser Maafsen angegeben. Von der Art ihrer Verfertigung und den Gründen auf welchen sie beruhen, ist nichts angegeben. Sie gehen durch alle einzelnen Linien der Barometerhöhen, welche innerhalb ihrer Grenzen fallen. Die erste von 28 Zoll 4 Linien, und der Höhe 0 bis 15 Zoll 0 Lin., dazu die Höhe 2762 Toisen gehört; die zweite fängt von 29 Zoll 6 Lin. an, der sie 77 Toisen als Tiefe oder negative Höhe giebt. Bei 28 Zoll ist ihre Höhe = 0, und ihr letztes Glied 14 Zoll 6 Linien mit 2859 Toisen Höhe. Kästner hat die Vorschrift, nach der die erste Tafel berechnet ist, aufgesucht, und hat gefunden, dafs sie auf dieser Formel beruhe x = 10000 (log. f — log. y). Was aber Hrn. Mayer bewogen hat, den beständigen Coefficienten c = 10000 zu setzen, ist nicht bekannt. Grofses Verdienst um unsere Untersuchungen hat sich de Luc (Recherches sur les Modifications de l'atmosphère par Mr. Jean André de Luc, à Genève, T. I et II. 1772. gr. 4.; J. A. de Luc Untersuchungen über die Atmosphäre, aus dem Franz. übersetzt, Leipzig Th. I. 1776, Th. II. 1778. gr. 8.) erworben. Seine Bearbeitung unsers Gegenstands wurde durch Versuche, Höhen mit dem Barometer zu messen, und den Mangel der Uebereinstimmung der hiezu vorgeschriebenen Regeln veranlafst. De Luc gab sich die Mühe nach jeder der unterschiedenen Regeln eine Tafel zu berechnen. Sie enthält Barometerstände durch alle Zolle von 28 bis 16; und noch 27 Zoll 11 Linien auch 15 Zoll 10 Linien. Für jeden dieser Barometerstände hat de Luc nach jeder Regel die Höhe über den Horizont berechnet, wo das Barometer 28 Zoll stehet. Wie grofs die Abweichung der nach diesen verschiedenen Regeln berechneten Höhen sei, beweisen folgende Resultate:

Höhen des Coraçon.

Nach Mariottes eigentlichen Grundsätzen		12087	Fufs	2 Zoll.
— Mariottes arithmetis. Progression		13167	—	4 —
— Halley	— —	14486	—	1 —
— Maraldi	— —	19941	—	— —
— Scheuchzer	— —	12368	—	5 —
— Cassini	— —	16090	—	— —
— Dan. Bernoulli	— —	16905	—	3 —
— Horrebow	— —	14334	—	4 —
— Bouguer	— —	14359	—	11 —
— Meyer	— —	14855	—	— —
Durch geom. Messung	— —	14820	—	— —

Diese sehr grofsen Verschiedenheiten veranlafsten den Herrn de Luc mühsame Untersuchungen über das Barometer anzustellen, um die Ursachen dieser Ungewifsheiten aufzudecken. Er fand diese zum Theil in der Unvollkommenheit des Barometers selbst, zum Theil auch in der gänzlichen Vernachläfsigung des grofsen

Riccioli (*Almagest. novum. lib.* II. cap. 5 wog eine leere Ochsenblase, blies sie dann mit Luft auf, und fand sie um 2 Gran schwerer. Hieraus schlofs er, die Luft in der Blase habe 2 Gran gewogen, und sei 10000 Mal leichter als Wasser gewesen. Es kann aber die aufgeblasene Blase nicht mehr wiegen,

Einflusses der Wärme, sowohl auf das Quecksilber als auch auf die Luft. (Ueber den Einflufs der Wärme auf Quecksilber mufs der Artikel Quecksilber und Wärme in des dritten Theiles erstem Bandes, bearbeitet von Dr. Kielmann, nachgesehen werden.)

De Luc stellt sich nach Mariottes Art die Luft in Schichten getheilt vor, und zeigt weitläufig, wie man die Summe dieser Schichten finden könne; nachher bemerkt er, dafs diese Summirung sich durch Abzug der Logarithmen bewirken lasse. Aus vielen angestellten Erfahrungen hat er gefunden, dafs bei der Temperatur der Luft von + 16 3/4 Grad des Quecksilberthermometers von 80 Graden wenn das Barometer 29 Zoll oder 348 Linien steht, die unterste Schicht 12497 Tausendtheile einer Toise ist. Weil log. 348 — log. 347 = 0,0012497, mithin die Höhe der Luftschicht = 12,497, so wird der beständige Coefficient = $\frac{12,497}{0,0012497}$ = 10,000 also ist nach Herrn de Luc's Erfahrungen über den Horizont, wo der Barometerstand 29 Zoll ist, die Höhe 19000 (log. f — log. y) und über einen andern, wo er f Linien ist, die Höhe 10000 (log. 348 — log. f.), und folglich zwischen den beiden Stellen, wo die Barometerstände f und y Linien sind, die Höhe 10000 (log. f — log. y). Dies ist völlig die Regel, nach der Mayer seine Tafel gemacht hat. Um nun die Berichtigung zu bestimmen, ordnet de Luc seine Beobachtungen so, dafs er die, wo gröfsere Wärme, und die, wo geringere als + 16 3/4 Grad gewesen war, absondert; bei jeder Beobachtung merkte er sich die Wärme an, und was die Logarithmen gaben in Fufsen ausgedrückt; bei jeder Station berechnete er die Summe aller Grade der Wärme über den von 16 3/4 Grad, und aller Höhen, welche ihm die Rechnung gaben. Eben das that er für Grade der Wärme unter dem angezeigten; aus jeder dieser beiden Rechnungen nahm er das Mittel, verglich solches mit dem, was die Logarithmen bei den Höhen zu viel oder zu wenig gaben, und so fand er für jeden Grad der Wärme über oder unter 16 3/4 Grad, wie viel Fufs man zur beobachteten Höhe addiren, oder davon subtrahiren müsse. Bei allen diesen seinen Bemühungen aber fand er nicht überall Einförmigkeit zwischen Verminderung der Wärme und Vermehrung, und sah sich genöthigt, seine Beobachtungen von Neuem zu ordnen, mit Umständen der Witterung und der Zeit. Und da ergab sich, dafs alle, die um die Zeit des Aufgangs der Sonne gemacht waren, obgleich wie die übrigen berechnet, alle Mal dem Orte der Beobachtung weniger Höhe gaben. Die Ursache dieser Erfahrung scheint ihm der Ostwind zu sein, welcher sich oft kurz vor dem Aufgange der Sonne erhebt, wenn vorher die Luft ganz still war. Er glaubt, wenn so bewegte Luft an ruhende stofse, so werde die Luft der Ebene auf die Berge gehoben, dergestalt, dafs daselbst das Barometer höher stehe, als es der Wärme gemäfs stehen sollte; so würde sein Unterschied vom Barometerstande in der Ebene kleiner, als er sein sollte, und die Rechnung giebt auf diese Weise die

als die leere, wie *Jacob Bernoulli* (*Act. Erud. Lips.* 1685. p. 436) sehr richtig bemerkte. Sie nimmt nemlich aufgeblasen mehr Raum ein, treibt also mehr Luft aus der Stelle, und verliert dadurch gerade so viel von ihrem Gewichte, als die hinein geblasene Luft wiegt. *Gehler* glaubt, (phys. Wörterb. B. III.

Höhe zu klein. Liefs Herr de Luc die Beobachtungen, welche um die Zeit des Aufganges der Sonne gemacht waren, weg, so erhielt er in seinen Resultaten mehr Einförmigkeit, welche ihn zu dieser Verbesserung leitete, dafs man für jeden Grad Aenderung der Wärme den durch die Regel gefundenen Unterschied der Höhen um $\frac{1}{215}$ ändern müsse. Dies giebt, wenn n die Anzahl der Grade bedeutet, um welche das Quecksilberthermometer von 80° über 16 3/4 steht die hinzu zu fügende Berichtigung $= \frac{n}{215} . x$ also $x = 10000. \left(1 + \frac{n}{215}\right). (\log. f - \log. y)$; oder wenn r den beobachteten Grad des Reaumurschen Thermometers selbst anzeigt, also $n = r - 16\,3/4$ ist, $x = 1000. \left(1 + \frac{r}{215} - \frac{16,75}{215}\right). (\log. f - \log. y)$. Der Coefficient $c e = 10000 \left(\frac{198,25 + r}{215}\right)$

Herr de Luc macht, um den Zahlen 215 und 16 3/4 auszuweichen, eine neue Thermometerskale, die beim Siedepunkte $+ \frac{147}{a}$, beim Eispunkte $- 39$, und bei 16 3/4° nach Reaumur, 0 hat. Weil so zwischen Sied und Eispunkte 186 Grade enthalten sind, so macht ein Grad des 80theiligen Quecksilberthermometers $\frac{186}{80}$ dieser de Lucschen Skale, und wenn darauf $\frac{1}{215}$ Aenderung kömmt, so kömmt auf 1 Grad nach de Luc $\frac{80}{215186} = \frac{1}{500}$ Aenderung. Nun heisse der Grad, den das Thermometer an dieser Skale zeigt, l so ist die hinzuzusetzende Berichtigung gleich $\frac{l}{500} . x = \frac{2l}{1000}$ x und $c e = 10000 \left(1 + \frac{2l}{1000}\right)$

Beispiel. De Luc (Unters. Th. II. p. 158) findet an seinem ersten Standpunkte auf dem Berge Salève den Barometerstand oben $\frac{5186}{16}$ unten $\frac{5233}{16}$ einer Lin. Diese Angaben sind schon wegen der Wirkung der Wärme aufs Quecksilber berichtigt. Die Wärme der freien Luft geben die Thermometer nach seiner oben beschriebenen Skale oben $= 45$ unten $- 47$ an, woraus das Mittel $- \frac{45 + 47}{2}$ die mittlere Wärme der ganzen Luftsäule oder l giebt, dafs also $2 l = -(45 + 47)$ oder die Summe der Thermometerangaben an beiden Beobachtungsarten ist. Hieraus ergiebt sich folgende Berechnung:

B. III. p. 241) der Grund, dafs sie bei *Riccioli* aufgeblasen 2 Gran mehr wog, als zusammen gefallen, sei vermuthlich darinn zu suchen, dafs er beim Einblasen und Zubinden die innere Luft etwas mehr zusammengedrückt hatte. Diese zwei Gran wären alsdann nur das Gewicht des mit Gewalt hineingepressten Ueberschusses.

log. 5233	=	3,7187507
log. 5186	=	3,7148325
Unterschied	=	0,0039182
Höhe in Toisen	=	39,182
— — Schuhen	=	235,092
— $\frac{92}{1000}$ hievon	=	— 21,62
Verbesserte Höhe	=	213,472 Schuh.

De Luc findet seine Formeln am Meere sowohl als auf den Alpen 1560 Toisen über dem Meere mit der Erfahrung übereinstimmend, und folgert daraus, dafs man bei der gewöhnlichen Temperatur am Ufer des mittelländischen Meeres auf 80 Fufs steigen müsse, um 1 Lin. Quecksilberfall zu erhalten, und schliefst sein Epoche machendes Werk mit Erzählung der noch zurückbleibenden Schwierigkeiten, und Vorschlägen ihnen abzuhelfen.

Herr Zimmermann zu Braunschweig (Beobachtungen auf einer Harzreise, Braunschweig 1775 8.) prüfte die de Luc'sche Methode sowohl an Höhen als auch an Tiefen in den Bergwerken auf dem Harze, und fand sie mit den unmittelbaren Messungen und den Markscheiderangaben ziemlich übereinstimmend. De Luc hat auch selbst, (Philosoph. Transact. 1777, Vol. LXVII. P. I. n. 22) Anwendungen davon auf Bestimmung der Tiefen der Gruben im Harz gemacht.

Nevil Maskelyne (Philosoph. Transact. 1774. Vol. LXIV. P. I. No. 20) hat die Formeln de Lucs auf engl. Maas und Grade des Fahr. Thermometers reducirt, und in einigen Stücken bequemer gemacht. Der Siedepunkt oder 212° Fahr., ist hier bei 30 engl. Zoll Barometerhöhe bestimmt, da ihn die französ. Künstler bei 27 Zoll zu bestimmen pflegen. Auch Horsley (ebend. Nro. 30) machte solche Reductionen, und gab Vorschriften zur bequemen Anwendung der Regeln von de Luc. Er zeigt die allgemeinen Gründe, worauf die Vergleichung der Höhen und Barometerstände mit einander beruht, und bedient sich auf die Art wie Cotes der logarithmischen Linie. In Ansehuug der Verbesserung wegen der Temperatur der Luft kömmt es nach ihm darauf an, dafs sich durch die Wärme die Subtangente der logarithmischen Linie ändere. Unter der Subtangente versteht er die Höhe einer Säule flüssiger Materie, welche überall so dicht ist, als die unterste Luft, und überall so stark drückt, als die Atmosphäre drückt. Zuletzt giebt er noch vier berechnete Tafeln zur Verbesserung wegen des Siedpunkts, zur Vergleichung des de Lucschen Thermometers mit dem Fahrenheitschen; zur Verbesserung wegen der Temperatur der Luft, und endlich Vorschriften zum Gebrauche dieser Tafeln.

Auch *Sturm* (*Colleg. curios. Tentam.* 3. §. 15.) und *Boyle* (*Paradoxa hydrostatic. in prolegom.*) bedienen sich dieses unrichtigen Verfahrens, und letzterer setzt nach demselben die Luft 7500 Mal leichter als Wasser.

Lambert sagt (Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhandl. der Churbayr. Akademie der Wissenschaften, III. Th: 2. p. 75 ff.) man habe Mariotte's Regel zu früh verworfen, man hätte sie nur verbessern und vervollständigen sollen. Er nimmt daher ebenfalls das Gesetz an, daſs sich die Dichtigkeit der Luft wie der Druck verhalte, bemerkt aber, daſs die Elasticität der Luft durch die Wärme verstärkt, und durch die Dünste vermehrt werde, welche theils die Lufttheile zusammen pressen, theils auch den Druck vergröſsern. Daher komme es auch, daſs Mariotte's Gesetz von den Dichten nur in sehr groſsen Höhen zutreffe. Aus geometrischen Messungen, welche er schon längst in einem andern Buche (Les proprietés de la route de lumière par les airs, à la Haye 1758 8. mai.) wegen der Strahlenberechnung verbessert hat, giebt er diese Formel:

$$x = 10000 \log.\frac{a}{y} - \frac{43 \cdot (336-y)}{43 + (336-y)}$$

wo a den Barometerstand am Meere bedeutet.

Der Ritter Georg Schuckburgh (Philosoph. Transact. 1777. Vol. LXVII. P. I. No. 29) hat de Luc's Vorschriften durch wirkliche Nachmessungen auf den Bergen Salève und Mole bei Genf scharf geprüft, und glaubt zu finden, daſs dieselben bei der Temperatur 61,4 Grad nach Fahr. die Höhen auf jede 1000 Schuh um 23 Schuh zu klein geben. So sucht er auch Fehler in der Berichtigung wegen der Wärme der Luft, und will aus Versuchen über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme, wobei das Volumen beim Eispunkte um 2,43 Tausendtheile stieg, wenn sich die Wärme um 1° änderte, schlieſsen, die Temperatur, wobei die logarithmische Differenz die Höhe unmittelbar in engl. Klaftern (Fathoms) giebt, sei nicht, wie nach Horsley aus de Luc's Formeln folge, 39,7, sondern 31,24 Grad nach Fahr. also beinahe der Eispunkt selbst. Hierauf gründet er nun eine sehr weitläuftige ganz neue Berechnung, die von seinen in dieser Absicht mitgetheilten Tabellen abhangt.

Auch William Roy hat in eben dem Bande der Transactionen die Regeln des Herrn de Luc einer Prüfung unterworfen. Sorgfältig angestellte Versuche über die Ausdehnung der Luft im Amontonschen Luftthermometer leiten ihn auf die Folge, daſs bei den gewöhnlichen Temperaturen die Ausdehnung der Luft im Durchschnitt genommen, für jeden Grad veränderter Wärme 2,45 Tausendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da de Luc vermöge der Reductionen von Horsley nur 2,10 annehme, mithin für jeden Fahrenh. Grad 0,35 d. i. 1/7 der ganzen Ausdehnung zu wenig setze. Aus den durch ihn scharf gemessenen Höhen der Berge Snowdon und Moel Ellio in Carnawonshire glaubt er folgern zu können, daſs die Temperatur, wobei keine Verbesserung nöthig ist, sehr nahe am Eispunkte sei, auch daſs die Beobachtungen bei Sonnenaufgang, welche de Luc wegläſst, gerade die zuverlässigsten sein. Seine Berechnung führt er zwar

Weit genauer verfuhr der Freiher von *Wolf* (Nützliche Versuche, Th. I. §. 86). Dieser nahm eine hohle kupferne Kugel, welche vermittelst eines Hahns genau verschlossen, und an die Luftpumpe geschraubt werden konnte. Aus dieser Kugel pumpte er die darin enthaltene Luft, so viel als möglich aus,

auch mit Logarithmen, zur Verbesserung wegen der Wärme aber giebt er Tabellen, und zum Ueberflusse auch noch Thermometerskalen an. Seine Verbesserung beträgt $+ \frac{m-32}{408} . x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftsäule in Fahrenheitschen Graden ausdrückt, mithin ist nach ihm $x = 10000 \left(1 + \frac{m-32}{408}\right)$ (log. f. — log. y.) in englischen Faden oder Klaftern.

De Luc vertheidigt (Philosoph. Transact. 1778, Vol. LXVIII P. I N. 17) seine gegebene Regel, und glaubt, dafs die von Schuckburgh und Roy gefundenen Abweichungen daher rührten, weil sie ihre Beobachtungen mit dem Thermometer in der Sonne, er aber beständig im Schatten, anstellten. Uebrigens vergleicht Schuckburgh (ebend. No. 32) seine und Roy's Regeln, die doch noch in einigen Stücken von einander abweichen, und zeigt aus Messungen, dafs die seinige zwei, Roy's aber vierzehn Zehntausendtheilchen der ganzen Höhe zu viel gebe.

Auch Trembley in Genf (Analyse de quelques expériences faites pour la détermination des hauteurs par le moyen du baromètre par Jean Trembley; in de Saussure voyages dans les Alpes, T. II, à Genève 1786, 4 maj. p. 616 sqq.) hat de Luc's Vorschriften genau geprüft, wobei er vorzüglich die Absicht gehabt hat, zu zeigen, wie nothwendig es sei, fernere Untersuchungen anzustellen. Nach seiner Meinung müsse man nemlich beständig zwei wesentlich verschiedene Rechnungen unterscheiden, und sie nie aus den Augen setzen: 1) Die Rechnungen für die Normaltemperatur, bei welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in einem Maase, z. B. in Tausendtheilchen der Pariser Toise u. f. giebt, wobei also weiter keine Verbesserung nöthig wäre; diese Berechnung nennt er die einfache; 2) die Gröfse der Verbesserung für jeden Grad, um welchen die wirkliche Wärme von jener Normaltemperatur abweiche. Diese Rechnung mit der vorigen verbunden, nennt er die berichtigte Methode. Wegen der Vernachlässigung dieser beiden von einander verschiedenen Stücke, glaubt er mit Recht den Schuckburgh und Horsley tadeln zu können. Denn wenn z. B. Schuckburgh der Methode des Herrn de Luc den Fehler auflade, dafs sie die Höhe ohngefähr um 1/50 zu klein angebe, und zur Berichtigung desselben Verbesserungstafeln mittheile, so vermische er den Fehler der einfachen und den der berichtigten Methode so miteinander, dafs man nicht mehr erkenne, was der einen und der andern allein zukomme. Daher berechnet Trembley vierzehn vom Ritter Schuckburgh angestellte Beobachtungen bei Genf, und drei und achtzig von Roy in England gemachte, nebst noch einigen wenigen von de Saussure und de la Caille nach de Luc's Vorschrift, vergleicht seine erhaltenen Resultate mit den geometrischen Messungen, und bringt alles in Tabellen,

verschloſs sie alsdann, hing sie an eine empfindliche Wage, und brachte alles in genaues Gleichgewicht. Hierauf öffnete er den Hahn, und lieſs die äuſsere Luft hineintreten, worauf sie einen Ausschlag gab. Nachdem er alles wieder in ein genaues Gleichgewicht gebracht hatte, zeigte ihm das hiezu nöthige Ge-

in denen er die beobachteten mittlern Grade der Wärme, die Fehler der einfachen und die der berichtigten Methode, jeden besonders, angiebt. Der Gebrauch dieser Tabellen ist nach ihm folgender. Für jeden Grad des Thermometers nimmt er die zu demselben gehörigen Angaben der Tafeln zusammen, und sucht daraus ein arithmetisches Mittel. Diese im Durchschnitte genommenenen Mittelzahlen bringt er in eine neue Tabelle, nach den Graden des Reaumur'schen Thermometers geordnet. Diese Darstellung zeigt, daſs die Beobachtungen von Schuckburgh und Roy für die Fälle, wo die Wärme 10 Grad und darunter ist, gut mit einander übereinstimmen, dagegen de Luc's Regel nur mit jenen etwa in zwei bis drei Beobachtungen übereinkommt. Deshalb nimmt er die von de Luc gesetzte Normaltemperatur von 16 3/4 Grad nicht an, sondern setzt vielmehr dafür das Mittel zwischen Schuckburgh's und Roy's Normaltemperatur, wovon jene fast 12 Grad, diese 11,25 Grad = 11 1/2 Grad ist, und sucht für jede Angabe der letztern Tabelle den Coefficienten, den man statt de Luc's 215 brauchen müſste, wenn das Resultat mit der geometrischen Messung übereinstimmen sollte. Die auf diese Weise berechneten Coefficienten hat er gleich mit in die Spalte der zuletzt angeführten Tabelle gebracht. Von diesen Coefficienten, die ausgenommen, welche von den übrigen am meisten abweichen, nimmt er wiederum ein Mittel, und findet dafür 192. Nochmals berechnet er also die 14 Beobachtungen von Schuckburgh und die 83 von Roy unter der Voraussetzung, daſs die Normaltemperatur 11 1/2 Grad nach Reaumur und die Verbesserung für jeden Grad Wärme = 1/192 sei, und findet auf solche Art den mittlern Grad von Schuckburgh's Beobachtungen nur $+\frac{4}{1000}$; den von Roy's Beobachtungen aber $+\frac{20}{1000}$, oder wenn er fünf sehr von einander abweichende, mehrentheils in groſser Wärme gemachte Beobachtungen wegläſst, ebenfalls nur $+\frac{4}{1000}$. Die nemliche Normaltemperatur 11 1/2 Grad mit dem nemlichen Coefficienten 192 findet er auch auf folgende Art. Nach Schuckburgh ist die Normaltemperatur 11 3/4, und nach de Luc 16 3/4, also der Unterschied 5 Grade. Daher werden bei der de Luc'schen Verbesserung $\frac{5}{215} = \frac{1}{43}$ mehr von der Höhe abgezogen, als bei der Schuckburgh'schen. Da nun dies 1/43 eben das ausmacht, um welches Schuckburgh die de Luc'schen Höhen zu klein findet (denn es beträgt $\frac{1}{43} = \frac{23,5}{1000}$), so sieht man, daſs beide nur in der Normaltemperatur abweichen, übrigens der Coefficient bei beiden einerlei, also = 215 ist. Dagegen setzt Roy die Normaltemperatur 11 1/4, und wenn man die Höhe in englischen Faden verlangt, = 0. Weil nun der engl. Faden etwa um 1/15 kleiner als die Pariser Toise ist, so muſs man nach Roy

wicht an, wie viel die Luft wog, die in den Raum der Kugel ging. Dies Gegengewicht betrug 1 Unze 3 Drachmen 44 Gran, oder 704 Gran. Der Durchmesser der Kugel hielt im Lichten 132 Rheinl. Decimallinien, und also der körperliche Raum 1203708 Cubiklinien. Demnach wogen nach diesem Versuche

auf 11 1/4 Grad Unterschied eine Verbesserung von 1/15, also auf einen Grad 1/169 rechnen, woraus sich ergiebt, dafs Roy's Coefficient = 169 sei. Das Mittel zwischen diesen beiden Methoden ist folglich in Ansehung der Normaltemperatur (11 3/4 + 11 1/4) : 2 = 11 1/2, und in Hinsicht auf die Coefficienten (215 + 169) : 2 = 192, welche genau die oben gefundenen Data sind. Doch ist hiebei noch zu bemerken, dafs Roy eigentlich gar keinen beständigen Coefficienten setzt, sondern der Wirkung der Wärme für jeden Grad ein anderes Verhältnifs zueignet. Der Umstand, dafs de Luc sein Thermometer beständig im Schatten beobachtet, kann nach Trembley wohl einen Theil dieser Abweichungen, aber doch nicht alles erklären; höchstens kann dieser Unterschied sich bis 5 Grad nach Fahrenh. erstrecken, da doch de Luc's Normaltemperatur um 11 Grade höher als bei Schuckburgh und Roy steht. Nach diesem aus Schuckburgh's und Roy's Methoden gezogenen Mittel wäre also Trembley's Formel diese:

$$x = 10000\ (1 + \frac{t - 11{,}5}{192})\ (\log.\ f - \log.\ y.)$$

Hienach berechnete er nun noch einige Beobachtungen von den Herrn de Saussure, Pictet und le Monnier, und bemerkt zuletzt, es sei noch zu früh, Skalen und Tabellen zur leichtern Berechnung zu verfertigen, und überdies lohne dies nicht einmal die Mühe, weil die Formel so an sich einfach und leicht sei. Vor der Hand wäre es nützlicher, jede Beobachtung auf den ihr zugehörigen Grad der Wärme zu beziehen, und wenn man auf diese Weise eine vollständige Sammlung werde erhalten haben, so könnte man vielleicht eine möglichst richtige Regel angeben.

Wünsch (neue Theorie von der Atmosphäre und Höhenmessung mit Barometern, Leipzig 1792, 8) hat auch eine Formel angegeben, die von dem Gesetze des Herrn Mariotte abweichet. Sie gründet sich auf die Sätze, dafs sich die Dichtigkeit der Luft wegen des Gesetzes der Gravitation verkehrt wie die vierte Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde verhalte, und dafs man die so bestimmte Dichtigkeit wegen des Drucks der obern Luft auf die untere mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müsse, um die wirkliche Dichtigkeit zu erhalten. Hieraus soll nun eine Formel folgen, worin Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen fast eben so gebraucht werden, wie sonst die Unterschiede der Logarithmen; deswegen hat Herr Wünsch Tabellen über die Wurzeln der vierten Potenz und ihrer Unterschiede berechnet. Allein die Gründe, worauf seine Formel beruht, sind blofse und höchst unwahrscheinliche Voraussetzungen.

Rosenthal (Beiträge zu der Verfertigung, der wissenschaftlichen Kenntnifs und dem Gebrauche meteorologischer Instrumente, Gotha I 1782, II 1784, 8.) sucht anfänglich die Summirung von Schichten wieder hervor, deren jeder 1/16 Linie

1000000 Cubiklinien oder ein Cubikfuſs Luft $\frac{704000000}{1203708}$ d. i. beinahe 585 Gr. Nach *Wolf's* Angabe wiegt ein Cubikzoll Wasser 495 Gran, mithin ein Cubikfuſs 495000 Gran, und so giebt dieser Versuch die Luft $\frac{495000}{585}$ d. i. beinahe 846 Mal leichter als das Wasser.

Quecksilberfall zugehöret. Diese Schichten berechnet er von 350 bis 187 1/2 Linien Barometerstand, wobei er die der untersten Schicht unbestimmt läſst, und sie m nennt, daſs folglich z. B. die Höhe derjenigen Schicht, welche dem Quecksilberstande von 200 Linien zugehört, $= \frac{350}{200}$. m. wird. Die Höhen dieser Schichten, so wie ihre Summen, von oben herab, oder von der dreitausendsten an gerechnet, bringt er in Tabellen. Die beiden beobachteten Barometerhöhen muſs man alsdann in denselben nachschlagen, und die dabei entstehende Summen von einander subtrahiren, und diese Differenz noch mit m multipliciren, um die wahre Höhe zu erhalten. Um aber das m zu bestimmen, braucht er die Messungen des de Luc so, daſs er die dabei gefundenen Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividirt, welche man aus dem Unterschiede der Barometersäulen erhält, und glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf 1/16 Linie Unterschied der Quecksilberhöhe kommt. Allein die Methode zu addiren, was eigentlich integrirt werden muſs, ist schon unrichtig, und wäre letzteres richtig, so könnten die Höhen durch die bloſse Regel de Tri gefunden werden. Indessen giebt ihm doch diese Methode aus vielen Beobachtungen im Durchschnitte den Werth seines m = 4,6864 Fuſs, oder 0,781 Toisen bei der Temperatur von 16 3/4 Grad nach Reaumur. Auch änderte Rosenthal die Verbesserung wegen der Wärme der Luft. Es hat nemlich Lambert (in s. Pyrometrie) die Ausdehnung der Luft vom Eis- bis Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens angegeben. Da aber de Luc an seiner Skale 372 Grade zwischen beiden festen Punkten gesetzt hat, so glaubt Rosenthal beide mit einander vereinigen zu können, setzt aber, der leichtern Rechnung wegen, 1000 an den Punkt der Normaltemperatur, bei welchem Lambert 1077 hat. Daher muſs an den Eispunkt 928, an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an dem untern Punkte z. B. 1114, an dem obern 1096, so ist bloſs die mittlere Wärme 1105 in die gefundene Höhe zu multipliciren, und das Produkt mit 1000 zu dividiren, weil sich hiebei die ganze Luftsäule in Vergleichung mit der Gröſse der Normaltemperatur im Verhältnisse 1000 : 1105 verändert hat. Auch giebt Rosenthal noch eine Abänderung der logarithmischen Formel an. Wenn ein Heberbarometer im längern Schenkel unten a, im kürzern b, oben auf dem Berge im längern $\mathfrak{a}$ im kürzern $\mathfrak{b}$ zeigte, die Normallänge sei = 1, so ist der berichtigte Barometerstand unten $= \frac{a - b}{a + b} . 1$, oben $\frac{\mathfrak{a} - \mathfrak{b}}{\mathfrak{a} + \mathfrak{b}} . 1$; mithin die Differenz ihrer Logarithmen log. $\frac{a - b}{a + b} . 1$ — log. $\frac{\mathfrak{a} - \mathfrak{b}}{\mathfrak{a} + \mathfrak{b}}$, welche nun noch mit 1000 multiplicirt, und wegen der Wärme der Luft berichtigt werden muſs, um die wahre Höhe zu finden. Nach dieser Regel hat man

Durch ähnliche Versuche fanden *Burkard de Volder* (*Quaestiones acad. de gravitate aëris* §. 52) die Luft 970 Mal, und *Homberg* (*Mem. de l'Acad. royal des sciences* à Paris 1693) 885, späterhin 1087 Mal leichter, als das Wasser. *Halley* nahm sie 800 bis 860 Mal leichter an, und *Musschenbroek* (*Introd. ad philos. natural.* T. II. p. 2059) setzt die Grenzen 606 bis 1000 Mal leichter

1) das eine Thermometer nicht nöthig, das bei de Luc am Brette des Barometers angebracht ist; 2) bringt sie die Quecksilberhöhen auf die Normaltemperatur selbst, da de Luc sie nur auf 10° Reaum. bringt, und folglich wärmere Luft mit kälterem Quecksilber vergleicht. Wenn man gleich weite Barometerröhren haben, und den Verlust des Quecksilbers aus der Röhre verhüten könnte, so würde dies eine wesentliche und sehr schätzbare Verbesserung der de Luc'schen Methode seyn, wenn man schon mehr dabei zu rechnen und vier Logarithmen aufzusuchen hat.

Kramp (Geschichte der Aerostatik, Strasburg 1784, gr. 8, Th. I, Abschn. 5, 6, 7) hat die Theorie von der specifischen Elasticität verschiedener Gasarten deutlicher zu entwickeln gesucht, und hiebei verschiedenes zum Höhenmessen Gehörige genauer bestimmt. Die Vermuthung des Herrn Bouguer einer verschiedenen specifischen Elasticität der Luftarten bei gleicher Wärme hat sich durch neuere Entdeckung vollkommen bestätigt. In der allgemeinen Formel ist c, oder die Subtangente der logarithmischen Linie, jederzeit der specifischen Elasticität der Luft proportional. Nach Herrn Kramp, der in seiner Theorie blofs auf hyperbolische Logarithmen sieht, ist $x = c.\ \log.\ \mathrm{nat.}\ \frac{f}{y}$.

Man findet für jede logarithmische Formel zu Höhenmessungen die zugehörigen Subtangenten oder c; wenn man die im Vorigen angegebenen Coefficienten c e mit $e = 2{,}302585 \ldots$ dividirt oder mit $\frac{1}{e} = 0{,}43429448 \ldots$ multiplicirt.

So ist c

nach Mariotte	=	3522 Toisen.
— Halley	=	4235 —
— Horrebow	=	4394 —
— Scheuchzer	=	5621 —
— Bouguer	=	4189 —
— Mayer und de Luc	=	4342 —

Aber diese Subtangente ändert sich durch die Wärme, weil diese die specifische Federkraft ändert. Bei de Luc z. B. ist c nur alsdann 4342 Toisen (oder, wie Kramp aus seinen Beobachtungen findet, 4342,704 Toisen) wenn die Temperatur 16 3/4 Grad R. (eigentlich 16 24/31) ist, und diese Gröfse ändert sich für jeden Grad der Wärme um 1/215. Sie ist also, wie schon oben berechnet worden, wenn das Reaumur'sche Thermometer r Grade zeigt, mit $r + \frac{r - 16{,}75}{215}$ d. i. mit $\frac{198\ 1/4 + r}{215}$ oder mit $\frac{18440 + 931}{20000}$ zu multipliciren.

als das Wasser. *s'Gravesande* (*Phisic. element. mathemat. lib.* IV. cap. 5. §. 2164) bediente sich eines von *Jacob Bernoulli* vorgeschlagenen Verfahrens das luftleere Gefäſs im Wasser zu wägen, und findet dadurch die specif. Gewichte des Wassers und der Luft wie 798: 1.

Dr.

Es seien nun zwei Grade der specifischen Elasticität c und C und die Grade des Reaumur'schen Thermometers, für die sie Statt finden, r und R, so wird $c : C = \frac{198\,1/4 + r}{215} : \frac{198\,1/4 + R.}{215} = 198\,1/4\ r : 198\,1/4 + R.$ seyn. Z. B. für den — achten und den dreiſsigsten Grad nach Reaumur, welches ohngefähr die äuſsersten Grade bei unsern Beobachtungen sind, verhalten sich die specifischen Elasticitäten der Luft, wie 190 1/4 : 228 = 761 : 913, oder beinahe wie 5 zu 6. Für Eis- und Siedepunkt wie 198 1/4 : 278 1/4, d. i. fast wie 5 : 7.

Nun hat de Luc angenommen, die Höhen verändern sich bei jedem Grade Aenderung der Wärme gleichviel. Diese Voraussetzung ist wohl nicht in aller Schärfe wahr, sie läſst sich aber dadurch entschuldigen, daſs der gröſste Unterschied der specifischen Federkraft nur 1/6 des Ganzen betragen kann.

Kramp machte aber in dieser Theorie noch zwei wesentliche Aenderungen. Zuerst legte er nicht, wie de Luc, 16 3/4, sondern 10 Grad Temperatur zum Grunde, und setzte die specifische Federkraft der Luft bei diesem Grade = 1. So ist dieselbe für jeden andern Grad $R = \frac{198\,1/4 + R}{208\,1/4}$. Zweitens vergleicht er de Luc's Angaben mit den Aenderungen der astronomischen Strahlenberechnung, welche nach Mayer's Bestimmungen um 1/22 wächst, so oft das Reaumur'sche Thermometer bei unveränderter Barometerhöhe um 10 Grade fällt. Dies macht für einen Grad 1/220 aus, und gilt eigentlich bei der Temperatur 10 Grade nach Reaumur. Da sich nun die specifische Federkraft bei ungeänderter Barometerhöhe verkehrt wie die Dichte oder Strahlenbrechung verhält, so wird jene für r Grade des Thermometers mit $1 + \frac{r - 10}{220}$ d. i. mit $\frac{210 + r}{220}$ zu multipliciren seyn, und sich daher wie 210 + r, oder wie 1 + r/210 verhalten. Diese Bestimmung scheint Herrn K. richtiger als die de Luc's, welcher $1 + \frac{r}{198\,1/4}$ setzt. Nach diesen Aenderungen wird sich nun die Subtangente, welche bei 16 3/4 Grad 4342,704 war, und dem Bruche $1 + \frac{r}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grad im Verhältnisse 226 3/4 : 220 vermindern, mithin 4213,440 Toisen gleich werden, und der 220ste Theil hievon, oder 19,152 Toisen, wird ihre Veränderung für jeden Grad des Thermometers seyn. Hieraus hat Kramp eine Tafel berechnet, in welcher die Federkraft und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angegeben sind. Diese Tafel giebt also c für jede mittlere Wärme, und dies in die Differenz der hyperbolischen Logarithmen multiplicirt, giebt sogleich die wahre Höhe x. Dieses scharfsinnige Verfahren bringt die Berichtigung der Höhen wegen der Wärme der Luft wenigstens auf eine mathematische Form, welche zu weitern Untersuchungen

und

Fr. Hauksber (*Philosoph. Transact.* Vol. XXV, Jahr 1706, No. 305. p. 2221) machte ein ovales Gefäſs, das mehr als 3 Gallonen (12 Maas) Wasser hielt, durch Hineinwerfen von Blei so schwer, daſs es im Wasser untersank. Er wog es mit gemeiner Luft gefüllt unter dem Wasser, und fand sein Gewicht

und Verbesserungen bequem ist. Die Subtangente mit der Barometerhöhe dividirt, giebt auch sogleich die Gröſse, um die die Luft leichter als Quecksilber ist.

Rosenthal wollte (Beilage zu Kramp's Geschichte der Aerostatik, Gotha 1785, 8.) verschiedene von Herrn Kramp's Sätzen sich als seine Erfindungen vindiciren; dieser aber widerlegte ihn (Anhang zur Geschichte der Aerostatik, Strasburg 1786, gr. 8) sehr gründlich, und zeigte, wie sich sein Ideengang aus Bouguer's, Lambert's und de Luc's Schriften entsponnen habe, und setzt noch eine gut gerathene Theorie der specifischen Elasticität verschiedener Luftarten, nebst einer Tabelle über dieselben bei 55 Grad nach Fahr. aus Fontana's Versuchen bei. Zugleich macht er Anwendungen auf das Gleichgewicht der Luftarten in verschlossenen Röhren und auf die Geschwindigkeit des Schalles.

Hofrath Mayer leitete (Physik. mathem. Abhandl. über das Ausmessen der Wärme in Hinsicht auf das Höhenmessen vermittelst des Barometers, Frft. und Leipz. 1786, 8) aus dem unter gehörigen Einschränkungen allgemeinen Gesetze, daſs sich die Differenzen der Räume, in die sich ein Körper ausdehnt, wie die Differenzen der Temperaturen verhalten, eine Differenzialformel her, welche darthut, daſs die bloſs von der Wärme herrührende Veränderung der Federkraft, der Aenderung der Wärme selbst proportional sei. Dies wendet er nun nach Versuchen über die Vergleichung der absoluten Wärme mit den Ausdehnungen der Luft, auf die barometrische Höhenmessung an, und zeigt, wie de Luc's Berichtigung um $1/215$ für jeden Reaum. Grad aus den Versuchen und der Differenzialgleichung folge. Mayer behauptet, de Luc's Bestimmung von $1/215$ sei so zureichend, daſs man keiner weitern Verbesserung bedürfe.

Hennert betrachtet in seiner 1785 zu Göttingen gekrönten Preiſsschrift (Commentatio de altitudinum mensuratione ope barometri. Ultraj. 1786, 8 maj.) die Theorie der Höhenmessung in der gröſsten Allgemeinheit. Wenn sich die Dichten zweier Luftmassen wie D : d, Wärmen (d. i. Luftsäulen, die von ihnen bei gewisser Dichte und bei den Statt findenden Temperaturen getragen werden können) wie C : g, die Quecksilbersäulen, die sie tragen, wie f : y verhalten, so ist $\frac{f}{DC} = \frac{y}{\mathfrak{d}g} = A$ eine unveränderliche Gröſse. Nun folgt aus den gewöhnlichen Schlüssen folgende Formel: $\mathfrak{d}\,dx = -dy$, oder $\frac{y\,dx}{g} = -A\,dy$, woraus man nach gehörigem Integriren $\int\frac{dx}{g} = A \log. nat. f/y$ erhält. Die Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers richtet H. so ein, daſs sie nach einer von ihm gegebenen Tafel nur am untern Barometerstande f vorgenommen werden darf, den er alsdann f corr. nennt. Statt der natürlichen Logarithmen Briggische zu gebrauchen, darf man nur A mit 2,30255 multipliciren, wodurch

358½ Gran. Nun zog er die Luft heraus, und wog es wieder unter Wasser; das Gewicht war nun 175½ Gr. also der Unterschied vom ersten Gewicht 183 Gran, welches das Gewicht der ausgepumpten Luft ist. Er liefs nun vermittelst eines Hahns unter dem Wasser Wasser in das Gefäfs; das Gewicht betrug nun 16213⅔

es sich in B verwandelt. Um nun noch d x : g zu integriren, nimmt er $g = C (1 + \frac{ac}{f})$ an, und findet so, mit Weglassung kleiner Gröfsen $x = \frac{2Cg}{C+g}$. B. log. $\frac{f \text{ corr.}}{y}$, wo C und g aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des Fahrenheit'schen Thermometers an beiden Standpunkten gegeben sind. Herr H. zeigt auch, dafs die Methode mit den meisten Erfahrungen übereinstimme.

Gerstner (Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bei Höhenmessungen, in den Beobachtungen auf Reisen nach dem Riesengebirge, herausgegeben von Jirasik, Haenke, Gruber und Gerstner; Dresden 1791, 4.) prüfte gleichfalls de Luc's Messungen scharf, und fand, dafs der Wärmegrad, für welchen die Differenz der Logarithmen der Barometerhöhen, als ganze Zahlen betrachtet, die Höhe unmittelbar in Tausendtheilen der Toise giebt, oder für welche die Pariser Toisen x = 10000 (log. f — log. y) ist, nicht allenthalben auf + 16 3/4 ° des Quecksilberthermometers von 80 ° gesetzt werden könne, sondern bei gröfsern Höhen kleiner als nahe an der Erdfläche angenommen werden müsse. Die Beobachtungen, die er auf dem Riesengebirge anstellte, bewiesen, dafs dieser Wärmegrad, wenn x nahe an 40 Toisen kommt, auf 18, hingegen wenn x sich der Gröfse von 500 Toisen nähert, auf 12 ° zu setzen sei, und dafs für Höhen, welche zwischen 40 und 500 Toisen liegen, ein verhältnifsmäfsiger Werth zwischen 18 und 12 Statt finde. Bedeutet nun der gehörige Grad der Normaltemperatur b, und setzet diese auf 16 3/4, so verwandelt sich die von de Luc gegebene Formel in $x = 10000 (1 + \frac{r}{215} - \frac{b}{215})$ (log. f. — log. y) $= 10000 (\frac{215 + r - b}{215})$ (log. f — log. y) mithin der Coefficient $c\,e = 10000 (\frac{215 + r - b}{215})$. Könnte man nun alle Mal den Wärmegrad b für jeden Fall richtig bestimmen, so würde diese Formel in Ansehung der Richtigkeit alle bisher bekannte übertreffen. Man mufs hier aber Umstände in Erwägung ziehen, von welchen der Werth von b abhängt, und die so leicht nicht zu ergründen sind, indem nemlich die Zustände der Luft an einem und eben dem Orte zu veränderlich sind. Um diese genau aufzudecken, müfste man bei jeder Beobachtung aufser dem Thermometer vielleicht noch viele andere Instrumente, als Hygrometer, Eudiometer, Luftelectrometer, u. a. zu Rathe ziehn, und ihre Angaben mit in die Formel bringen. Aber wie viel Schwierigkeiten findet man nicht schon, sich nur erst vollkommen zu versichern, dafs eines dieser Instrumente sicher gebraucht werden könne. Gerstner schlägt daher vor, die Dichtigkeit der Luft an beiden Enden der auszumessenden Höhe lieber durch Abwägung mit seiner Luftwage zu bestimmen. Da es nemlich bei den barometrischen Höhenmessungen vorzüglich auf die specifischen Gewichte der

Gran, hievon 175⅝ Gr. abgezogen, giebt 161956 Gran; diese mit 183 dividirt geben ihm das Verhältniſs der Schwere des Wassers zur Luft wie 885: 1.

Diese angeführten Naturforscher versäumten auf die Temperatur, Dichtigkeit, und den Wasserdampf in der Luft die gehörige Rücksicht zu nehmen, woraus folgt, daſs ihre Angaben nicht sicher zu gebrauchen sind. Viel genauer

Luft und des Quecksilbers ankommt, welches bei einer solchen Abwägung für beide Enden der zu bestimmenden Höhe durch Beobachtung unmittelbar gefunden wird, so kann man dabei das Thermometer und alle andern Instrumente völlig entbehren.

Man nehme also an, das specifische Gewicht der Luft sei $= \mathfrak{m}$, das des Quecksilbers $= r$, die Barometerhöhe bei $s = \mathfrak{a}$, das durch die Luftwage gefundene Gewicht eines Cubikzolles Luft $= l$, das Gewicht eines Cubikzolles von dem Quecksilber, welches das Barometer enthält $= q$, so ist die Dichtigkeit der Luft daselbst $\mathfrak{m} = \frac{l}{q}$; ferner sei bei h die Barometerhöhe gleich $\mathfrak{f}$, das Gewicht eines Cubikzolls Luft gleich $\mathfrak{l}$, und die Dichtigkeiten desselben $= \mathfrak{n} = \frac{\mathfrak{l}}{q}$. Nun müſste man zu der Bestimmung der Höhe s h eigentlich das Gesetz noch wissen, wonach sich die Dichtigkeit der Luft von s bis h ändere. Da dies aber aus den Erfahrungen nicht bekannt ist, so nimmt Gerstner zu Hypothesen seine Zuflucht. Zuerst setze man, die Aenderung erfolge gleichförmig, d. h. daſs in jedem Zwischenpunkte k die Dichtigkeit von s aus gerade um so viel abgenommen habe, als mit der Höhe s k gerade im Verhältniſs steht. In diesem Falle kann man also die Dichtigkeit der Luft im Durchschnitte gleichförmig, oder die mittlere Dichtigkeit der ganzen Luftsäule s h durchaus $= \frac{1}{2}(\mathfrak{m} + \mathfrak{n})$ annehmen, und man findet die Höhe ⨀) $s\,h = \frac{\mathfrak{a} - \mathfrak{f}}{\frac{1}{2}(\mathfrak{m} + \mathfrak{n})}$ oder $\frac{\mathfrak{a} - \mathfrak{f}}{\frac{1}{2}(l + \mathfrak{l})} \cdot q$.

So fand Gerstner die Höhe der Schneekappe über Marschendorf aus den Beobachtungen des Barometers und der Luftwage 544,4 Klafter, welche die geometrische Messung auf 545 Klafter gab, wobei also die Höhe nach dieser nur um 0,6 Klaftern, oder 3⅗ Fuſs höher gefunden wurde. Uebrigens zeigen Gerstner's Beobachtungen, daſs diese Voraussetzungen bei geringen Höhen, welche z. B. nicht über 350 Klafter betragen, sehr genau zutrifft, und daſs selbst bis auf 600 Klaftern der Fehler nicht beträchtlich ist. Will man hingegen bei gröſsern Höhen die Unterschiede der Dichtigkeiten der Luft den Unterschieden der Barometerhöhen proportional setzen, so bedeutet die Barometerhöhe in $k = y$ und $s\,k = x$, und es wird nach dieser Voraussetzung $\mathfrak{a} - \mathfrak{f} : x - y = \mathfrak{m} - \mathfrak{n} : \mathfrak{m} -$ Dichtigkeit in k seyn müssen, woraus die Dichtigkeit in $k = \mathfrak{m} - (\mathfrak{m} - \mathfrak{n}) \left(\frac{\mathfrak{a} - y}{\mathfrak{a} - \mathfrak{f}}\right)$ gefunden wird. Setzt man nun eine unendlich kleine Höhe über $k = dx$, so ist das Gewicht der Luftsäule von der Höhe dx; $\mathfrak{m}\,dx - (\mathfrak{m} - \mathfrak{n}) \frac{\mathfrak{a} - y}{\mathfrak{a} - \mathfrak{f}}\,dx = -\,dy$.

giebt *Schukburg* (*Philosoph. Transact. Vol. LXVII. p.* 557) das spec. Gewicht der Luft bei 29,27 Zoll engl. Barometer (27 Zoll 5,7 Lin. Par.) und 10° Reaum. 840 Mal leichter als das des reinen Wassers von derselben Temperatur.

Schmidt (Sammlung physisch- mathemat. Abhandl. B. I, p. 114; Voigts Magazin für das Neueste aus der Physik, B. IX, St. 3, p. 85) fand nach einer Mittelzahl aus mehreren Versuchen die Luft von 15° bis $16\frac{1}{2}$° Reaum. und 28 Zoll $1\frac{6}{13}$ Lin. bis 27 Zoll $11\frac{1}{13}$ Lin. Barom. 838 Mal leichter als Wasser.

Gren (Grundrifs der Naturlehre, Halle 1797. 8. §. 440. Anmerk.) stellte den Versuch mit einer Kugel an, welche im Durchmesser beinahe $119\frac{1}{2}$ Rheinl. Decimalkubikzoll hatte, und fand das Gewicht der Luft, wenn sie nicht sehr feucht war, und die Temperatur von 65 Fahr. hatte, bei der Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Lin. Par. $73\frac{1}{2}$ Gran Medicinalgewicht; es wiegt also ein Rheinl. Decimalkubikzoll Luft $\frac{148}{239}$ oder 0,615 Gran. Nun wiegt nach *Gren* ein Decimalkubikzoll Wasser bei dieser Temperatur 492,229 Gran, also verhält sich das spec. Gewicht des Wassers zu dem der Luft wie 492229 : 615 oder nahe 800 : 1. Nimmt man also die Dichtigkeit des Wassers = 1 an, so ist hienach der der Luft = 0,0012. *Fischer* bemerkt aber ganz richtig (phys. Wörterb. B. III. p. 328) dafs, da bei diesen Versuchen die Luft aus der Kugel nie ganz ausgepumpt werden kann, man eigentlich nur, wie viel die Luft wiegt, die in die Kugel dringt, nicht das Gewicht des ganzen innern Luftvolumens der Kugel

Wird nun die Differenzialgleichung gehörig geordnet, und so integrirt, dafs x für y = a verschwindet, so ergiebt sich $x = \frac{a-f}{m-n} \cdot \log. \text{nat.} \frac{m(a-f)}{m(y-f)+n(a-y)}$ und für y = f, wobei sich x in s h verwandelt.

$$☽)\quad sh = \frac{a-f}{m-n} \cdot \log. \text{nat.} \frac{m}{n}.$$

Wenn m und n nicht sehr von einander abweichen, so kann man alsdann auch setzen, $\log. \text{nat.} \frac{m}{n} = 2\,\frac{m-n}{m+n}$. Dadurch verwandelt sich alsdann die Formel ☽) mit gehöriger Substitution in die ⊙), und daraus ist klar, dafs man bei geringen Höhen die sehr einfache Formel ⊙) sicher gebrauchen könne.

Fischer meint, es sei wohl ausgemacht, dafs die bisherigen Verschiedenheiten bei den barometrischen Messungen gröfstentheils darin ihren Grund haben, dafs die Dichtigkeit der Luft an einerlei Orte, bei einerlei Wärme der Barometerhöhe nicht proportional ist; sie können daher nur gehoben werden, wenn man die vorhandene Dichtigkeit durch unmittelbare Abwägung bestimmt.

Zum Leitfaden für die Geschichte der barometrischen Höhenmessungen dienten uns vorzüglich Fischer's phys. Wörterb. Artikel Höhenmessung, und Gehler's phys. Wörterb. derselbe Artikel.

erfährt, und man, wenn alles genau sein soll, bestimmen mufs, wie viel Luft noch in der Kugel zurück geblieben ist. Man kann also erst die Kugel mit Luft angefüllt genau wiegen, hierauf die Luft daraus so stark als möglich auspumpen, bei verschlossenem Hahne wieder wiegen, und so das Gewicht der ausgezogenen Luft finden, worauf man unter aufgekochtem Wasser den Hahn öffnet, das Wasser hineintreten läfst, und durch Umkehrung der Kugel die darin noch übrige Luft in ein Gefäfs mit Wasser leitet, worin man sie genau bei bestimmter Temperatur messen kann. Der Raum dieser Luft abgezogen von dem innern Raumesinhalte der Kugel giebt zum Reste den Raum der Luft, die man gewogen hat. Auch bleibt noch ein Fehler wegen des Gewichts des in der ausgepumpten Kugel befindlichen Dampfes, der indefs nur unbeträchtlich sein kann. 1)

Nach *Fontana* (Kirwan's Versuche und Beobachtungen über Phlogiston, aus dem Englischen durch Crell, p. 4.) wiegt bei 55° Fahr. und 29½ engl. Zoll Barometerstande ein Cubikzoll Luft 0,385; nach Kirwan (Kirwan's phys. chem. Schriften, B. III, v. Crell übersetzt, p. 246) wiegen 1000 Cubikzoll bei 30″ Bar. 60° Fahr. Thermometer 30,929 engl. Gran, bei 30″ Bar. und 50° Fahr. 31,612 Gran, bei 29,5″ Barom. und 60° Fahr. 30,414, bei 29,5″ Barom. und 50° Therm. 31,124. Da das Barometer zwischen 29,5 und 30 engl. Zoll in England gewöhnlich steht, und die Temperatur der Zimmer gewöhnlich zwischen 50 und 60 Grad ist, so setzt er das gewöhnliche mittlere Gewicht der

1) Durch die Gerstnersche Luftwage, deren Beschreibung man weiter unten in der Note, bei der Geschichte der Manometer findet, läfst sich auf die dort angezeigte Art auch das jedesmalige Gewicht eines bestimmten Luftvolumens finden.

Die Höhenmessungen vermittelst des Barometers (S. die Note p. 202. u. f.) zeigen noch ein anderes Mittel, die Dichtigkeit der Luft zu bestimmen. Unter dem angeführten Artikel ist erwiesen, dafs die Subtangente oder das c der dort gefundenen allgemeinen Formel, durch die Barometerhöhe f dividirt anzeige, wie viel Mal das Quecksilber schwerer ist, als die Luft bei dieser Barometerhöhe. Könnte man nun unter den (p. 202) angegebenen Werthen von c einen als zuverläfsig ansehen, so wäre daraus die Dichte der Luft für jede Barometerhöhe leicht zu finden, und dem Grade der Wärme gemäfs zu berichtigen.

Nach Lambert, Mayer und de Luc ist $c = 4342$ Toisen, wenn nach letzterm die Temperatur $+ 16\,3/4$ Grad nach Reaumur ist. Dies gäbe für die Barometerhöhe $27\,2/3$ Zoll $\frac{c}{f} = \frac{4342.6\ 12}{27{,}2/3} = 11299$ also die Luft 11299 Mal leichter als Quecksilber, oder (die Dichte von Quecksilber und Wasser wie 14 : 1 genommen) 807 Mal leichter als Wasser. Nach de Luc ändert sich nun diese Zahl für jeden Grad Wärme um 1/215 d. i. um 3,8. Für 14 Grad wird sie also $807 - 2\,3/4$ Mal $3{,}8 = 796$ beinahe 800. Nimmt man nun das Gewicht des Rheinl. Cubikfufses Wasser $= 64\,1/2$ Pfund, des Pariser Cubikfufses $= 72$ Pfund, so ergiebt sich das absolute Gewicht des Rheinl. Cubikfufses Luft $= \frac{64{,}5\ 7680}{800}$ $= 619$ Gran, des Pariser Cubikfufses $= \frac{72.\ 7680}{800} = 691$ Gran, welches von Grens Bestimmung wenig verschieden ist. (Fischers phys. Wörterb. Th. III. p. 329.)

atmosphärischen Luft auf 31 engl. Gran (= 45,69 fr. Gr.) für jede 100 Cubikzoll. Ein anderes Mal fand er bei 67,8° Fahr. 29,94″ des englischen Barom. und 84 Grad des Saussurschen Hygrometer das Gewicht von 116 Cubikzoll = 34,87 engl. Gran.

Lavoisier setzt (in den *Memoir. de Mathematique et de Physique présentès a l'Academie* à Paris, T. XI. p. 625) bei 28″ Barom. und 10° Reaum. den Cubikzoll gemeiner Luft = 0.46811 Gran. *Fischer* (phys. Wörterb. B. IV p. 525) und Mayer (Anfangsgründe der Naturlehre, p. 189) rechnen, angeblich nach *Lavoisier*, für den Pariser Duodecimalkubikzoll 0,46005 Gran bei demselben Barometer und Thermometerstande; *Richter* (Bourguets phys. Wörterb., fortgesetzt von Richter, B. III. p. 46) und *Schurer* (*Synthesis oxygenii* p. 12.) führen den Duodecimalkubikzoll als von *Lavoisier* bei d. angeführten Barom. und Therm. Stande zu 0,46 bestimmt an.

100 Cubikzoll bestimmte *Lavoisier* (Crell's Beiträge zu den chem. Annal. B. III. St. 2. p. 140) zu 46,81 Gran.

Monge fand bei 27″ 5‴ und 15° Reaum. das absolute Gewicht von 12¹⁄₁₁ Pinten atmosphärische Luft 3 Quentchen 56½ Gran. (*Memoires de l'Academie* à Paris 1786 p. 78 ff.; Crell's chem. Annalen 1789. B. II. p. 58.)

Weber (über Luft u. s. w. p. 14) setzt den Cubikschuh auf 780 Gran; de la Metherie (*Essai analytique sur l'air pur* pag. 124) = 720 Gran; *Fourcroy* (*Système des Connaiss.* I. p. 151) führt das Gewicht des Cubikdecimeter Luft = 12⅟ Decigrammen, das des Cubikmeter = 12⅟ Hectogrammen, das des Cubikzolls = 0,46 Gran, das des Cubikfuſses = 1 Unze 3 Drachm. 3 Gr. auf.

Lampadius sagt, im Durchschnitt nehme man an, daſs ein Cubikfuſs Atmosphäre nahe an der Erde 585 Gran wiege; dieses Gewicht sei aber sehr veränderlich, nachdem die Luft reiner oder unreiner, dicker oder dünner sei. (Grundriſs der Atmosphärologie, Freiburg 1806, p. 6.)

Das Verhältniſs der spec. Schwere der atmosphärischen Luft zu der des Wassers setzen *Franklin* (Voigts Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. B. IV. St. 2. p. 11) *Gehler* (phys. Wörterbuch, B. III. p. 916) Mayer (Anfangsgründe der Naturlehre, p. 227) = 1 : 800; Macquer (chem. Wörterb. Leonhardi's Ausgabe, B. IV. p. 81) und *Fourcroy* (*Encyclop. méthodique Chim.* T. IV. p. 187) = 1 : 850; *Kirwan* (*An Essay on phlogiston and the Constitution of acide Lond.* 1787) 1 : 816; *Bourguet* (chem. Wörterb. B. I. p. 131) = 0,0186 : 1. 1)

1) Da das Barometer, wie aus dem Obigen erhellt, eins der unentbehrlichsten Werkzeuge bei der Untersuchung über die Atmosphäre ist, so muſs die Geschichte seiner Anfertigung und die ausführliche Anweisung zu letzterer jedem Physiker

in diesem Werke willkommen sein. Beide glaubten wir nirgends schicklicher als hier geben zu können, da die geahndete Schwere der Luft die erste Idee zum Barometer, und der erste Versuch eines Barometer die genauere Bestimmung der Schwere der Luft veranlaſste.

Die erste Einrichtung die der Erfinder Torricelli dem Barometer gab, war diese: Die gläserne Röhre von ohngefähr 3 Fuſs Länge (Fig. 4. Taf. XIII.) a b wurde an dem einen Ende a hermetisch sigillirt, und durch das andere offene Ende b mit Quecksilber gefüllt. Hierauf hielt man das offene Ende mit dem Finger zu, kehrte die Röhre um, und brachte die Oeffnung in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäſs d e g f, da dann nach der Wegnahme des Fingers das Quecksilber in der Röhre etwas, etwa bei c, herabsank, und in diesem Punkte stehen blieb. Weil diese erste Gestalt des Barometers sowohl für sich als auch zum Fortbringen von einem Orte zum andern sehr beschwerlich war, so suchte man sie dahin abzuändern, daſs man die Röhre am untern Theile krümmte, so, daſs sie die Form eines Hebers hatte, (Fig. 5. Taf. III.) und daher auch heberförmiges Barometer, Heberbarometer genannt wird. Die Barometerhöhe wurde bei diesem Barometer von der horizontalen Oberfläche g h des Quecksilbers in dem kurzen Schenkel gerechnet. Wenn nun bei vermindertem Drucke der Atmosphäre das Quecksilber in dem längern Schenkel d bis c fällt, so muſs es in dem kürzern nun eben so hoch, wenn die Röhre gleich weit ist, von g bis f steigen. Da aber die Schwere des in dem kürzern Schenkel in die Höhe steigenden Quecksilbers entgegenwirkt, so kann das Quecksilber in dem längern Schenkel nicht so tief herabsinken, als es vermöge des verminderten Drucks der Atmosphäre herabsinken muſste. Deshalb kam man auch von dieser Einrichtung bald wieder zurück.

Man gebrauchte die erste Einrichtung wieder, und kittete entweder an die torricellische Röhre das Gefäſs mit dem Quecksilber unmittelbar an, oder man krümmte die Röhre, und schmolz an dieselbe ein oben offenes kugelförmiges Gefäſs an, um das bei vermindertem Druck der äuſsern Luft in der längern Röhre herabfallende Quecksilber wegen des Steigens in der kleinern Röhre nicht zu sehr zurück zu halten, damit es sich in dem weitern Raume der Kugel ausbreiten, und dadurch die Höhe in derselben unmerklich vermehren könne. Hiedurch erhielt man den Vortheil, das Barometer an ein Brett zu befestigen, und mittelst einer an demselben angebrachten Skale das Fallen und Steigen des Quecksilbers zu beobachten. Diese Einrichtung von Barometern ist auch noch jetzt die gewöhnlichste, und zu Beobachtungen der täglichen Veränderungen hinreichend, zumal da der Druck der Luft selten eine Veränderung von 2 Zoll in der Barometerhöhe verursacht. Man nennt diese Barometer Kapselbarometer, Gefäſsbarometer, Barometer mit Behältnissen. Es ist indessen doch durchaus gewiſs, daſs beim Herabsinken des Quecksilbers in der langen Röhre die Höhe doch in dem kugelförmigen Gefäſse vermehrt werden müsse, so wenig dies auch immer, bei geringem Durchmesser des Querschnitts der engen Röhre im Verhältnisse mit dem Durchschnitte des kugelförmigen Gefäſses sein mag. Es bleibt also auch diese Einrichtung zumal in den Fällen, wo es auf genaue Versuche ankömmt, und wo das Quecksilber in der langen Röhre um ein Beträchtliches steigt und herabfällt, sehr mangelhaft und gar nicht zu gebrauchen.

De Luc (Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Genève 1772 4. T. II.; Untersuchungen über die Atmosphäre, aus dem Französischen übersetzt, T. II. Leipzig 1776. 8.) fand aus vielen von ihm angestellten Versuchen, daſs das Heberbarometer unter allen die gröſsten Vorzüge habe. Er hatte nemlich gläserne Röhren, von denen einige durchgehends nicht von gleicher Weite waren, so gebogen, daſs bei einigen der weitere Theil oben, bei andern unten stand. Hier fand er nun, daſs alle die gekrümmten Röhren, deren oberer Theil weiter als der untere war, höher standen, als bei denen, wo das Gegentheil Statt fand; daſs ferner die Barometerhöhe mit Behältnissen ungleich niedriger als die vorigen standen. Dieser Unterschied erstreckte sich oft bis auf 2 Linien, welcher verschwand, wenn man entweder die untere Oberfläche des Quecksilbers durch Ausgiessen desselben bis zur engen Röhre brachte, oder wenn man sie durchs Zugiessen des Quecksilbers bis zum Halse der kugelähnlichen Gefäſse erhob, da alsdann die Durchmesser der Querschnitte in beiden Röhren beinahe gleich waren. Nur bei den Barometern, deren Durchmesser der Querschnitte gleich groſs waren, fand er auch die Höhen gleich. Vermuthlich rührt diese Verschiedenheit der Höhen von der Adhäsion des Quecksilbers an der innern Wand der Röhre her. Cassini hatte schon (Mémoires de l'Academie royal des sciences, 1733.) angeführt, daſs Plantade auf den Bergen in Roussillon und Languedoc das Quecksilber in allen engen Röhren niedriger als in den weiten gefunden habe, welches ihm selbst seine eigenen Beobachtungen zeigten. Er glaubte aber, daſs dieser Unterschied nur alsdann Statt finde, wenn das Quecksilber in den Röhren nicht gekocht worden war, indem er alsdann durch die aus dem Quecksilber in den leeren Raum gestiegene Luft verursacht werde. De Luc fand ihn aber auch in ausgekochten Röhren, und schlieſst daraus, daſs man schlechterdings den beiden Oberflächen des Quecksilbers im Barometer gleiche Durchmesser geben müsse, welches allein in heberförmigen Barometern erhalten werden kann. Bei den Heberbarometern muſs ein jeder Schenkel seine eigene Skale haben, oder man zieht in der Mitte der langen Röhre einen horizontalen Strich über, und unter welchen die Zolle und Linien aufgetragen werden. Beim jedesmaligen Stande des Barometers findet man alsdann die Barometerhöhe, welche durch den Druck der äuſsern Luft bewirkt wird, wenn man die Zolle oberhalb und unterhalb der Mittellinie bis zum horizontalen Stande des Quecksilbers in beiden Schenkeln zusammen addirt. Fischer bemerkt, (phys. Wörterb. I. p. 253.) die Heberbarometer seien doch zum alltäglichen Gebrauch an einem und demselben Orte sehr umbequem, und die erste Erfindung von Torricelli bleibe die zu jeder Absicht einfachste und bequemste. Es kommt dabei aber darauf an, daſs eine Vorrichtung angegeben werden könne, dadurch das Quecksilber beim Fallen und Steigen desselben in der Barometerröhre einerlei Höhe in dem Gefässe behält.

Schon Prinz, ein Holländer, erfand ein Mittel die Horizontalfläche des Quecksilbers in dem Gefässe, worinn die Torricellische Röhre steht, gleich hoch zu erhalten. Er setzte die Barometerröhre in ein ganz enges hölzernes Gefäſs (Fig. 6. Taf. XIII.) d e g f, doch so, daſs die Röhre die innere Wand nicht berührte, und füllte dasselbe voll Quecksilber; dieses Gefäſs hatte bei h und c einen breiten und geraden Boden, in dem die Vertiefung e d f g eingedrehet war.

Wurde

Wurde die Barometerröhre a b in das Quecksilber gehörig hineingebracht, und es fiel in derselben bis zur Höhe e herab, so trat ein Theil Quecksilber k k auf den Boden rund um die Röhre herum, welcher aber den Boden nicht ganz anfüllte. Sank auch das Quecksilber im Barometer noch so tief herab, so wurde der Boden doch niemals völlig ausgefüllt, folglich konnte das Quecksilber k k auch niemals höher oder niedriger werden, weil sich dasselbe blos in einerlei Fläche ausbreitete. Die Unbequemlichkeit, die bei dieser Einrichtung Statt fand, war, daſs das Barometer nicht leicht zu transportiren war; auſserdem erforderte es auch beständig einen vertikalen Stand, wenn sich das Quecksilber auf dem Boden rund um der Röhre befinden, und nicht seitwärts ausweichen sollte. Vermuthlich hat man es dieser Ursachen wegen so wenig benutzt. Erst de Luc (Untersuchungen über die Atmosphäre, §. 64.) hat es der Vergessenheit entrissen, und dadurch veranlaſst, daſs einige Neuere sich dieser Einrichtung bei ihren Erfindungen bedient haben. (Kurze vollständige und auf Erfahrungen gegründete Beschreibung von allen bisher bekannten und einigen neuen Barometern, Nürnb. und Leipzig 1784. gr. 8. §. 6; Fischer's phys. Wörterb. I. p. 253.)

Luz (a. a. O. §. 131.) giebt von diesem Prinzischen Barometer eine Verbesserung an. (Taf. XIII. Fig. 7 und 8.) Das Gefäſs besteht aus hartem Holze, wozu er das Pockholz oder Franzosenholz (Lignum sanctum oder guaiacum) als besonders tauglich rühmt. Es wird beinahe ganz an der Drehbank verfertigt. Dem Deckel e f kann man eine beliebige Gestalt geben. Er wird bei a b nur blos auf das Gefäſs gesteckt und nicht angeschraubt, indem er nichts zu halten, sondern nur das Quecksilber im Gefäſse vor allem Staub zu bewahren hat. In der Mitte muſs er ein Loch erhalten, welches eben so groſs ist, daſs die Barometerröhre leicht hineingeht. Das Gefäſs a b c d ist äuſserlich ein vollkommener Cylinder. Der Boden desselben muſs beinahe eine vollkommene Pläne haben. Blos in seinem Mittelpunkte bekommt er auf 2 Linien rings um die Röhre herum eine unmerkliche Vertiefung, damit das Quecksilber um der Röhre herum bleibt, und nichts von ihr ab gegen die Seiten des Randes läuft, worauf das meiste bei diesem Gefäſse ankömmt, indem das Quecksilber v w rings um die Röhre herum einen mit der Röhre concentrischen Zirkel machen, und mit seinem äuſsern Rande von den Seitenwänden des Gefäſses rings herum gleich weit abstehen muſs. In das Gefäſs wird an der Drehbank das Loch n q gebohrt. Es muſs so groſs sein, daſs die Barometerröhre leicht hinein geht. Man kann den obern Theil des Loches auch weiter machen, dasselbe mit einem Korkstöpsel ausfüttern, und in diesen ein Loch bohren, um die Barometerröhre darin zu befestigen. Nun wird noch mit einem etwas starken Handbohrer das Loch m und endlich das Loch o p gebohrt. Dieses aber verschlieſst man bei p wieder, indem man einen hölzernen Stöpsel fest einleimt. Man sieht hieraus, daſs, wenn das Quecksilber aus der Röhre in die Höhlung o fällt, es durch die Oeffnung m auf den Boden l l tritt; diesen aber nicht ganz anfüllt, weil er mehr als das herabgefallene Quecksilber beträgt, zu fassen fähig ist. Wenn die Röhre u gefüllt und ausgekocht ist, kittet oder leimt man sie in das Loch n, es sei dieses nun mit Kork gefüttert oder nicht. Leimt man sie ein, so ist der Kork unentbehrlich, und man muſs dabei folgende Vorsicht gebrauchen. Erstlich macht man die Röhre so

weit als sie eingeleimt werden soll, an einem Sandstein rauh, damit der Leim fest hält. Dann leimt man um die Röhre mit einem guten Fischleim ein Streifchen Schweinsblase bis sie nur mit Mühe in das Loch n gehet. Auch dieses Loch mufs mit einer Schweinsblase ausgeleimt sein, damit sich beim Einleimen der Röhre in das Loch keine Rauhigkeit und Hindernisse finden. Um den Kork mit Schweinsblase auszuleimen, umwindet man ein kleines rundes Stäbchen von der gehörigen Dicke mit einem Streifchen Schweinsblase, ohne es an das Holz zu leimen. Dann windet man die Blase noch ein Mal herum. Dies Mal aber bestreicht man sie mit Leim; auf diese Art erhält man von der Blase, wenn sie trocken geworden, ein Röhrchen. Man läfst dieses auf dem Stäbchen stecken, und leimt es sehr genau in den Kork ein. Nachdem auch dieses getrocknet, wird die Röhre in das Loch n eingeleimt. Dabei aber mufs man genau Acht haben, dafs die Röhre und der Boden l l vollkommen rechtwinklicht stehen. Denn hievon hängt die Richtigkeit des Barometers gröfstentheils ab. Um nun dieses zu erhalten, richtet man das Brett, an das das Barometer kommen soll, ehe man das Gefäfs und die Röhre zusammen leimt, an eine Wand vollkommen senkrecht, und bemerkt seinen Stand. Hat man das Gefäfs angeleimt, so eilet man das Barometer umzukehren, und an das Brett zu bringen, ehe der Leim hart wird. Man stellet nun das Brett wieder senkrecht, an den bezeichneten Ort der Wand, und bemerkt, ob das Quecksilber v w im Gefäfse nicht auf eine Seite läuft, sondern mit der Röhre einen concentrischen Zirkel macht. Ist dieses nicht der Fall, so mufs man, so lange der Leim oder Kitt noch weich ist, das Gefäfs gehörig richten, welches man gewöhnlich dadurch erhält, dafs man das Gefäfs so lange herum drehet, bis das Quecksilber v w den concentrischen Zirkel macht. Beim Umkehren hat man folgende Vorsicht zu beobachten. Man verstopft zuerst die Oeffnung m mit einem Korkstöpselchen, giefst darauf in die untere Oeffnung q Quecksilber, und verschliefst auch hier die Oeffnung. Es darf aber hiebei keine Luft im Gefäfse bleiben. Der Stöpsel für die Oeffnung q mufs eingeleimt werden, damit nachher kein Quecksilber durchdringen könne. Der Sicherheit wegen mufs der Verschlufs auch noch äufserlich verkittet werden. Nun kehrt man das Barometer erst nur auf einen Winkel von ohngefähr 50—60 Graden um. In dieser Richtung zieht man den Stöpsel bei m heraus. Dann kann man das Barometer senkrecht stellen, wodurch das Quecksilber durch m auf den Boden l l tritt. Das Wesentliche bei dieser Einrichtung besteht theils darinn, dafs der Boden l l möglichst plan sei; damit, es möge nach der Verschiedenheit des Barometerstandes viel oder weniger Quecksilber darauf stehen, dasselbe sich in seiner Höhe nicht ändere, wodurch denn beständig einerlei Horizontalebene erhalten wird, theils darinn, dafs bei der senkrechten Stellung des Barometers das Quecksilber auf dem Boden l l nicht auf die Seiten laufe, sondern um die Röhre herum einen Zirkel mache; weil sich das Quecksilber v w, je nachdem es bald mehr bald weniger wird, in seiner Höhe verändern würde, wenn es sich an eine Seitenwand des Gefäfses anstemmen könnte. Macht das Quecksilber v w bei der senkrechten Stellung des Barometers um die Röhre herum einen concentrischen Zirkel, so braucht man nachher zur Richtung des Barometers kein Senkgewicht mehr, indem unter dieser Bedingung das Quecksilber selbst für das Barometer der beste Senkel ist. Ferner

mufs der Boden l l so grofs sein, dafs er auch bei dem stärksten Fallen des Barometers nie ganz von Quecksilber angefüllt werde. Um die richtige Gröfse desselben zu bestimmen, mache man die Länge der Röhre vom Boden l l bis zu ihrem obersten Ende 30 Pariser Zoll lang. Weil das Barometer selten unter 26 Zoll fällt, so kann man in die für das Gefäfs bestimmte Barometerröhre 4 Zoll hoch Quecksilber füllen, dieses dann auf eine Fläche ausgiefsen, so wird man finden, welchen grofsen Raum es einnimmt; der Boden l l wird also grofs genug, wenn man ihm dies Maas giebt. Um diesen Schweremesser zu einem bequemen Reisebarometer einzurichten, setzte Luz demselben den Würfel g h i k noch hinzu. Er bestehet mit dem Gefässe a b c d aus einem Stücke Holz, wird auch anfangs an der Drehbank cylindrisch und von gleicher Dicke mit e d gemacht; nachher erst in einen Würfel verwandelt. Bei r wird an der Drehbank mit einem Löffelbohrer ein gemein cylindrisches Loch eingebohrt, welches überdies noch durch Hülfe eines messingenen Cylinders mit feinem Schmergel und Baumöl ausgerieben werden mufs. Das Loch r darf nicht ganz durchs Holz, sondern nur bis x gehen. In dieses Loch wird ein Korkstöpsel, der eine Handhabe von Holz bekömmt, eingedreht. Bei x wird ein kleineres Loch der Länge herab eingebohrt. Dieses verschliefst man nun mit einem hölzernen Zäpfchen s. Man könnte es allenfalls ganz entbehren. Die Behandlungsart dieses Barometers ist folgende: Wenn man es bei seiner Verfertigung umkehren will, so verschliefst man, nachdem die Röhre eingekittet ist, die Oeffnung m mit einem Korkstöpsel dem Fig. 8 gleich. Darauf ziehet man den Stöpsel r Fig. 7 so weit heraus, dafs die Höhlung q gänzlich geöffnet wird; nimmt das Zäpfchen s hinweg, und giefst nun durch x das Quecksilber in das Gefäfs. Dann drehet man den Stöpsel r wieder ein. In dieser umgekehrten Richtung kann man das Barometer mit auf die Reise nehmen. Kehret man es um, und ziehet den Stöpsel aus der Oeffnung m, so fällt das Quecksilber im Barometer bis zu seiner gehörigen Höhe, und das herabgefallene Quecksilber tritt auf den Boden l l. Das Gefäfs a b c d g h i k wird unten an das Brett angebracht. Um das Einfüllen des Quecksilbers zu erleichtern, mufs die untere Fläche i k des Würfels unten aus dem Brett heraus stehen, oder wenigstens mit demselben gleich laufen. Das Gefäfs mufs mit seiner Hälfte in das Brett eingelassen werden. Die Befestigung desselben kann entweder durch zwei Schrauben t t, welche durch zwei Löcher des Gefässes in das Brettchen, oder auf eine andere beliebige Art geschehen.

Der Deutlichkeit wegen ist der Würfel g h i k so gezeichnet, als ob der Stöpsel r an der Seite herausginge. Er mufs aber, wenn man vor dem Barometer steht, einem gerade gegenüber stehen, und man mufs daher das Gefäfs, wenn man es an das Brett befestigt, um ¼ umkehren, und in die erst beschriebene Lage bringen.

Will man das Barometer auf die Reise nehmen, so neigt man es ein wenig um, damit das Quecksilber die ganze Röhre anfülle. Dann verschliefst man die Oeffnung m, und nimmt das etwa auf dem Boden l l zurückbleibende wenige Quecksilber hinweg. Man mufs aber, weil sich das Gefäfs nicht völlig mit Quecksilber möchte angefüllt haben, nachdem das Barometer umgekehrt worden, den Stöpsel r etwas herausziehen, durch x neues Quecksilber einfüllen, und den

Stöpsel r wieder eindrehen. Eben dies mufs man auch thun, ehe man nach einer geendigten Reise das Barometer wieder aufrichtet, weil vielleicht durch die Bewegung oder durch die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme etwas Quecksilber aus dem Gefäfse möchte hinausgekommen, und ein leerer Raum in demselben entstanden seyn. Sollte man mit diesem Barometer auf einer beträchtlichen Höhe Beobachtungen anstellen wollen, so halte man sich eine Glasröhre bereit, um, wenn wegen des starken Fallens des Barometers der Boden l l ganz mit Quecksilber angefüllt wird, wodurch sich die Horizontalebene des Barometers verändern und das Quecksilber im Gefäfse mehr Höhe bekommen würde, mit derselben so viel Quecksilber von dem Boden wegzusaugen, dafs er nicht mehr ganz davon bedeckt ist.

Eine vorzügliche Verbesserung des Torricelli'schen Barometers, vermittelst der es auch als Reisebarometer zu gebrauchen ist, findet man an den Barometern, die Voigt und Szeen in Jena verfertigten. Ein vierseitiges zum Theil hohles hölzernes, rechtwinkliges Prisma (Fig. 9, Taf. XIII) k i g h m n ist auf ein dreiseitiges ebenes Brett, welches als der Fufs des Barometers zu betrachten ist, befestigt. Die Torricelli'sche Röhre wird am untern offenen Ende in eine messingene Hülse b d, die eine Mutterschraube inwendig besitzt, eingekittet. In der Mitte eines viereckig prismatischen Stücks Elfenbein f, das in die Höhlung des rechtwinkeligen Prisma k i g h m n bis auf den Boden niedergedrückt werden kann, ist eine kleine elfenbeinerne Schraubenspindel f e senkrecht errichtet, durch welche die Oeffnung der Torricelli'schen Röhre in der Mutterschraube der untern Hülse b d ganz verschlossen werden kann. Bringt man nun die mit Quecksilber gefüllte, und nach eben beschriebener Vorrichtung verschlossene Röhre in die Oeffnung des Prisma bis auf den Boden desselben, giefst hierauf Quecksilber hinein, und schraubt die Barometerröhre von der elfenbeinernen Schraubenspindel ab, so wird das Quecksilber in der Röhre etwa bis c herabsinken. Alsdann wird die Barometerröhre an ein Brett, an dem eine Skale sich befindet, befestigt. Um nun die Oberfläche des Quecksilbers in dem prismatischen Gefäfse k i g h m n in gleicher Höhe vom Boden desselben zu erhalten, das Barometer mag nach Beschaffenheit der Luft steigen oder fallen, so ist an der Seitenfläche des prismatischen Gefäfses in einiger Höhe über dem Boden eine kleine Ausgufsröhre q angebracht, welche mittelst eines Federventils o p von aufsen verschlossen werden kann; unter dieser wird ein leichtes Kästchen, entweder von Pappe oder Holz durch ein Paar messingblechene Haken so angehängt, dafs es leicht wieder abgenommen werden kann. In dieses Kästchen lauft das im prismatischen Gefäfse überflüssige Quecksilber durch das geöffnete Ausgufsröhrchen q, wodurch das Niveau berichtigt wird. Gesetzt nun, es fiele das Quecksilber in der Barometerröhre tiefer unter c, so würde es nun in dem prismatischen Gefäfse über das Niveau steigen, durch Oeffnung des Röhrchens q mittelst des Federventils wird es aber auf das vorige Niveau wieder zurückgebracht; stieg hingegen das Barometer über c, so wird nun das Quecksilber im prismatischen Gefäfse unter das Niveau sinken; alsdann wird es wieder durchs Zugiefsen von Quecksilber und Oeffnen des Ausgufsröhrchens q auf das vorige Niveau gebracht. Endlich sind an den drei Spitzen des dreieckigen Fufses drei Schrauben s angebracht, durch welche das

Barometer mittelst eines am Brette, auf dem die Skale sich befindet, herabhängenden Pendels völlig vertikal gestellt werden kann. Bei dieser Einrichtung hat man nun noch die Bequemlichkeit, dafs man die Barometerröhre an die elfenbeinerne Spindel wieder anschrauben, aus dem Gefäfse herausnehmen, und so ohne Schaden von einem Orte zum andern schaffen kann. (Fischer's phys. Wörterb. B. I, p. 254.)

Die Kapselbarometer hat Changeux (Description de nouveaux baromètres à appendice Journ. de phys. Mai 1783) noch mit einer kleinen Röhre d e Taf. XIII, Fig. 10 versehen, welche von d gegen e hin etwa um eine Linie in die Höhe geht, und bei e aufwärts gebogen und offen ist. Hiedurch glaubt er bewirkt zu haben, dafs das Quecksilber nie über d steige, folglich die Horizontalfläche im Behältnisse beim Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Röhre immer dieselbe bleibe. Da aber die Röhre d e schief stehen mufs, damit das hineingetretene Quecksilber wieder hinauslaufen könne, so wird wirklich das Quecksilber in dem Behältnisse um eine Linie höher gestiegen seyn, wenn die Röhre d e ganz voll ist; es wird also die Absicht dadurch nicht erreicht.

Bald nach Erfindung des Barometers bemühete man sich, die Veränderung des Steigens und Fallens bei einem jeden veränderten Drucke der Luft so merklich als möglich zu machen. Es sind daher verschiedene Abänderungen an dem Barometer gemacht worden, wodurch man den vermeinten Vortheil zu erhalten gedachte; aber der Erfolg hat bewiesen, dafs das Reiben des Quecksilbers am Glase, der Einflufs der Wärme und Kälte, der nicht genau in Rechnung gebracht werden kann, und andere Umstände mehr, alle diese scheinbaren Vortheile vernichten.

Cartesius war der erste, der auf den Gedanken kam, ausser dem Quecksilber auch noch Wasser beim Barometer anzuwenden, um dadurch die Phänomene des Steigens und Fallens deutlicher zu machen. Seinen Vorschlag findet man in einem Briefe von Chanut an Perrier, Pascal's Schwager (Traité de l'équilibre etc. p. Pascal; Paris 1663, 12. p. 207), erwähnt. Er räth nemlich hier an, man solle an ein gewöhnliches Barometer oben ein cylindrisches, gläsernes Gefäfs anschmelzen (Fig. 11, Taf. XIII), und darüber noch eine gläserne Röhre ansetzen, die oben verschlossen ist; das Barometer aber, wie gewöhnlich, bis a mit Quecksilber füllen, und darüber Wasser bis d giefsen. Wenn nun das Wasser in dem cylindrischen Gefäfse von a bis c steiget, so mufs eben so viel Wasser, als der Raum a c Quecksilber fafst, in der engen Röhre über d hinaufsteigen, und folglich dieses Steigen wegen der Enge der Röhre sehr bemerkbar seyn. Man setze den Durchmesser des Queerschnitts des cylindrischen gläsernen Gefäfses $= \Delta$, den Durchmesser des Queerschnitts der obern dünnen Röhre $= \mathfrak{d}$, und das Verhältnifs des specifischen Gewichts des Quecksilbers zum spec. Gewichte des Wassers $= \mathfrak{m} : \mathfrak{n}$. Ferner steige beim stärksten Druck der Atmosphäre das Quecksilber von a bis c, das Wasser von d bis e, beim schwächsten Druck hingegen stehe das Quecksilber in a und das Wasser in d. Man setze $a c = \mathfrak{a}$, $d e = x$, $c d = \mathfrak{b}$, und nehme den schwächsten Druck der Atmosphäre mit dem Druck einer Quecksilbersäule von p Zoll Höhe gleich. Diese Höhe werde bei dem stärksten Druck der Atmosphäre um r gröfser. Man suche

das Verhältnifs x : r. Weil die Räume a c und d e gleich grofs sind, so hat man nach geometrischen Gründen

$$\triangle^2 : \mathfrak{d}^2 = d\,e : a\,c = x : \mathfrak{a}, \text{ und } \mathfrak{a} = \frac{x\,\mathfrak{d}^2}{\triangle^2}$$

Weil ferner flüssige Materien auf einerlei Grundfläche in einem zusammengesetzten Verhältnisse ihrer Grundflächen und Höhen drücken, so berechne man, was auf dieselbe beim stärksten und auch beim schwächsten Drucke der Atmosphäre drückt. Man findet

1) Beim stärksten Drucke der Atmosphäre, da das Quecksilber in c stehet, über a

a) Eine Quecksilbersäule von der Höhe $a\,c = \mathfrak{a}$, deren Druck $= \mathfrak{m}\,\mathfrak{a}$;

b) Eine Wassersäule von der Höhe $c\,e = c\,d + d\,e = \mathfrak{b} + x$, deren Druck $= \mathfrak{n}\,\mathfrak{b} + \mathfrak{n}\,x$;

c) Den Druck der Atmosphäre, der mit einer Quecksilbersäule p Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mathfrak{m}\,p$, folglich

$$\text{Summe von } 1 = \mathfrak{m}\,\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,\mathfrak{b} + \mathfrak{n}\,x + \mathfrak{m}\,p.$$

2) Beim schwächsten Drucke der Atmosphäre, wo das Quecksilber in $\mathfrak{a}$ stehet, über a

a) Eine Wassersäule von der Höhe $a\,d = a\,c + c\,d = \mathfrak{a} + \mathfrak{b}$, deren Druck $= \mathfrak{n}\,\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,\mathfrak{b}$;

b) Druck der Atmosphäre, welcher mit der Quecksilbersäule p Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mathfrak{m}\,p$.

$$\text{Summe von } 2 = \mathfrak{n}\,\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,\mathfrak{b} + \mathfrak{m}\,p.$$

Subtrahirt man nun 2 von 1, so erhält man den Unterschied $(\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,x$. Dieser Unterschied mufs aber nothwendig dem Producte der Zunahme r in das specifische Gewicht des Quecksilbers bei dem stärksten Drucke der Atmosphäre gleich seyn, weil eben dieses Product den Unterschied des stärksten und geringsten Drucks der Atmosphäre angibt. Demnach hat man

$$(\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,x = \mathfrak{m}\,r, \text{ oder}$$

$$(\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\frac{\mathfrak{d}^2}{\triangle^2}.\,x + \mathfrak{n}\,x = \mathfrak{m}\,r, \text{ und}$$

$$[(\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\mathfrak{d}^2 + \mathfrak{n}\,\triangle^2]\;x = \mathfrak{m}\,r\,\triangle^2; \text{ und hieraus folgt}$$

$$x : r = \mathfrak{m}\,\triangle^2 : (\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\mathfrak{d}^2 + \mathfrak{n}\,\triangle^2,$$

folglich wird der Raum der Barometerveränderungen

$$\frac{\mathfrak{m}\;\triangle^2}{(\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\;\mathfrak{d}^2 + \mathfrak{n}\;\triangle^2} = \frac{14\;\triangle^2}{13\;\mathfrak{d}^2 + \triangle^2}$$

Ist $\mathfrak{d}$ im Verhältnifs mit $\triangle$ sehr klein, so kann dies höchstens eine vierzehnfache Vergröfserung bewirken. Dieser Vorschlag von Descartes war aber nicht gut auszuführen, weil theils das Wasser zum Theil mit dem Quecksilber unter einander gemengt wird, theils die aus dem Wasser aufsteigende Luft einen luftleeren Raum über denselben unmöglich macht. (Man sehe Priestley's Versuche bei Wasser im luftleeren Raume.)

Huygens hat daher (Journal des savans, 1672, p. 139; Musschenbroek Introduct. ad philosoph. natur. § 2081) ein anderes Barometer vorgeschlagen, das unter dem Namen eines Doppelbarometers bekannt ist. Bei dem verschiedenen Drucke der Luft fällt und steigt das Quecksilber in einem weiten Gefäfse (Fig. 12, Taf. XIII) a b, welches mit einer unten gebogenen engen Röhre verbunden ist, an deren Ende ein eben so grofses weites Gefäfs c d angeschmolzen worden, worin folglich das Quecksilber eben so steigt oder fällt, wie es in dem Gefäfse a b fällt oder steigt. Ueber dem Gefäfse c d befindet sich nun noch eine enge oben offene Röhre. In diese soll man nach seiner Vorschrift über das Quecksilber eine Flüssigkeit giefsen, welche nicht gefriert und das Quecksilber nicht auflöst, z. B. Wasser mit 1/8 Scheidewasser vermischt. Wenn nun das Quecksilber in b a fällt, so steigt es in c d eben so hoch, und treibt dadurch die Flüssigkeit über l zu einer beträchtlichen Höhe. Man setze den Durchmesser des Queerschnitts beider weiten Gefäfse $= \triangle$, den Durchmesser des Queerschnitts der engen Röhre f d $= \mathfrak{d}$, und das Verhältnifs des specifischen Gewichts des Quecksilbers zum spec. Gewichte der Flüssigkeit $= \mathfrak{m} : \mathfrak{n}$. Nimmt man nun an, dafs bei dem schwächsten Drucke der Atmosphäre das Quecksilber in a stehe, und dadurch die Flüssigkeit bis f hinaufgetrieben werde, bei dem stärksten Drucke der Atmosphäre hingegen stehe das Quecksilber in b und die Flüssigkeit in e. Man setze a b $= \mathfrak{a} =$ c d, d e $= \mathfrak{b}$, e f $=$ x, und es sei bei dem stärksten Drucke der Atmosphäre derselbe dem Drucke einer Quecksilbersäule von p Zoll Höhe gleich. Man suche das Verhältnifs x : r. Da nun der körperliche Raum e f dem körperlichen Raume c d gleich seyn mufs, so hat man

$$\triangle^2 : \mathfrak{d}^2 = x : \mathfrak{a} \text{ und } \mathfrak{a} = \frac{x\,\mathfrak{d}^2}{\triangle^2}.$$

Ferner findet man das, was über c drückt,

1) Beim stärksten Druck der Atmosphäre
 a) Eine Flüssigkeitssäule von der Höhe c e $=$ c d $+$ d e $= \mathfrak{a} + \mathfrak{b}$, deren Druck $= \mathfrak{n}\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\mathfrak{b}$;
 b) Den Druck der Atmosphäre, welcher mit dem Gewichte einer Quecksilbersäule von p $+$ r Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mathfrak{m}p + \mathfrak{m}r$.
2) Beim schwächsten Drucke der Atmosphäre
 a) Quecksilber in der Höhe c d $= \mathfrak{a}$, deren Druck $= \mathfrak{m}\mathfrak{a}$;
 b) Eine Flüssigkeitssäule in der Höhe d f $=$ d e $+$ e f $= \mathfrak{b} + x$, deren Druck $= \mathfrak{n}\mathfrak{b} + \mathfrak{n}x$;
 c) Den Druck der Atmosphäre, welcher mit dem der Quecksilbersäule von p Zoll das Gleichgewicht hält $= \mathfrak{m}p$.

Es ist also die Summe von 1 $= \mathfrak{n}\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\mathfrak{b} + \mathfrak{m}p + \mathfrak{m}r$.
— — — — — — 2 $= \mathfrak{m}\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\mathfrak{b} + \mathfrak{n}x + \mathfrak{m}p$.

Differenz $= \mathfrak{n}\mathfrak{a} - \mathfrak{m}\mathfrak{a} + \mathfrak{m}r - \mathfrak{n}x$.
$= \mathfrak{m}r - (\mathfrak{m} - \mathfrak{n})\,\mathfrak{a} - \mathfrak{n}x$.

Diese Differenz mufs nothwendig dem Drucke der Quecksilbersäule von der Höhe a b gleich seyn, weil eben diese den Unterschied zwischen dem stärksten und schwächsten Drucke der Atmosphäre anzeigt. Folglich hat man

$$m a = m r - (m n) a - n x, \text{ und}$$
$$(2 m - n) a + n x = m r, \text{ oder}$$
$$(2 m - n) \frac{D^2}{\Delta^2} . x + n x = m r, \text{ und}$$
$$[(2 m - n) D^2 + n \Delta^2] x = m r \Delta^2; \text{ dies gibt}$$
$$x : r = m \Delta^2 : (2 m - n) D^2 + n \Delta^2.$$

Demnach ist die Vergröſserung des Steigens und Fallens bei diesem Barometer

$$= \frac{m \Delta^2}{(2 m - n) D^2 + n \Delta^2} = \frac{14 \Delta^2}{27 D^2 + \Delta^2}$$

wenn das Verhältniſs $m : n = 14 : 1$.

Ist daher D gegen Δ klein, so kann hier ebenfalls die Vergröſserung nicht über 14 Mal steigen. Gegen dieses Barometer aber läſst sich einwenden: 1) Daſs die äuſsere Luft nicht unmittelbar auf das Quecksilber, sondern erst durch Liquor drückt; 2) die Flüssigkeit mit der Zeit ausdünstet, also an Volumen abnimmt, und daher nicht mehr die bestimmten Grade zeigen kann, welchem Umstande man auch nicht durch einen darauf gegossenen Oeltropfen abhelfen kann, weil dadurch die Röhre beschmutzt und daher der Gang des Barometers unvollkommen gemacht wird, 3) Wärme und Kälte einen zu groſsen Einfluſs auf die Flüssigkeitssäule hat, indem sie sich in der Wärme verlängert, in der Kälte verkürzt; und endlich 4) auch das Reiben des Liquors an der Röhre eine gewisse Unempfindlichkeit des Barometers verursacht.

Huygens führt an, daſs die Vergröſserung des Raums bei diesem Barometer durch das Verhältniſs $14 \Delta^2 : 28 D^2 + \Delta^2$ bestimmt werde, er gibt aber keinen Beweis davon. Desaguliers (Course of experim. philosophy, Vol. II, lect. X, annot. p. 352 sq.) und van Swinden (Positiones physicae, Harderw. T. II, 1786, 1787, 8. T. II, § 225, not. d) haben diesen Satz bewiesen; auch de la Hire (Mém. de l'Acad. roy. des sciences, 1708, Amst. p. 204) hat diesen Satz dargethan, indeſs durch diese Formel $14 \Delta^2 : 27 D^2 + \Delta^2$, welche auch nach dem oben geführten Beweise die richtige ist. Gewiſs ist Desagulier's Beweis durch einen Rechnungs- oder Druckfehler verunstaltet worden. (Pfleiderer thesium inaugur. pars mathematico-physica, Thes. XX — XXVII.)

D. Hook suchte das Huygens'sche Doppelbarometer dadurch zu verbessern, daſs er über der ersten Flüssigkeit noch eine zweite, in Hinsicht der Farbe von der erstern verschiedene, aufzugieſsen anrieth (Philosoph. Transact. N. 185, Vol. XVI), und an das Ende der Röhre noch ein gläsernes Behältniſs von eben der Höhe und Weite, als die beiden ersten sind, ansetzte, in welchem die Oberfläche des zweiten Liquors bei Veränderungen auf- und abstieg. Die Erfindung von diesem Barometer eignen sich auch de la Hire (Mémoir. de l'Académ. des sciences à Paris, an 1708, p. 157 ff.) und Amontons (Remarques et expériences physiques sur la construction d'une nouvelle clepsydre, sur les baromètres, thermomètres et hygromètres, in 12. p. 145) zu. Gesetzt es stehe bei dem schwächsten Drucke der Atmosphäre in a (Fig. 13, Taf. XIII) und bei dem stärksten Drucke derselben in b, so wird im ersten Falle der erste Liquor von e bis f und der andere Liquor von f bis h in die Höhe getrieben, da hingegen im andern Falle der

der erste Liquor bis e und der andere bis g gehet. Nimmt man nun hier die Buchstaben in eben der Bedeutung, wie beim Huygen'schen Doppelbarometer, und setzt noch ausserdem das specifische Gewicht der andern Flüssigkeit $= \mathfrak{r}$ und die Höhe fg $= \mathfrak{g}$, so findet man das, was über c drückt,

1) Bei dem stärksten Drucke der Atmosphäre,

$$= \mathfrak{n}\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\mathfrak{b} + \mathfrak{r}x + \mathfrak{r}\mathfrak{g} + \mathfrak{m}p + \mathfrak{m}\mathfrak{r}.$$

2) Bei dem schwächsten Drucke der Atmosphäre,

$$= \mathfrak{m}\mathfrak{a} + \mathfrak{n}\mathfrak{b} + \mathfrak{n}x + \mathfrak{r}\mathfrak{g} + \mathfrak{r}\mathfrak{a} + \mathfrak{m}p.$$

Unterschied $= (\mathfrak{n} - \mathfrak{m} - \mathfrak{r})\,\mathfrak{a} + (\mathfrak{r} - \mathfrak{n})\,x + \mathfrak{m}\mathfrak{r}$

$= \mathfrak{m}r - (\mathfrak{m} - \mathfrak{n} + \mathfrak{r})\,\mathfrak{a} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,x.$

Dieser Unterschied $= \mathfrak{m}\mathfrak{a}$, folglich

$\mathfrak{m}\mathfrak{a} = \mathfrak{m}r - (\mathfrak{m} - \mathfrak{n} + \mathfrak{r})\,\mathfrak{a} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,x$, und

$[2\mathfrak{m} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})]\,\mathfrak{a} + (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,x = \mathfrak{m}r$, oder

$[2\mathfrak{m} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})]\dfrac{\mathfrak{d}^2}{\Delta^2}.\,x + (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,x = \mathfrak{m}r$, und

$[2\mathfrak{m} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,\mathfrak{d}^2 + (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,\Delta^2]\,x = \mathfrak{m}r\Delta^2$; dies gibt

$x : r = \mathfrak{m}\Delta^2 : [2\mathfrak{m} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r}]\,\mathfrak{d}^2 + (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,\Delta^2$;

Also die Vergrösserung der Barometerveränderungen

$$= \frac{\mathfrak{m}\,\Delta^2}{[2\mathfrak{m} - (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})]\,\mathfrak{d}^2 + (\mathfrak{n} - \mathfrak{r})\,\Delta^2}.$$

Wenn also $\mathfrak{d}$ in Vergleich mit Δ sehr klein ist, so wird die Vergrösserung $\frac{\mathfrak{m}}{\mathfrak{n} - \mathfrak{r}}$ fach.

Wären die specifischen Gewichte der beiden Flüssigkeiten entweder einander gleich, oder wenig von einander unterschieden, mithin $\mathfrak{n} = \mathfrak{r}$, so würde nun die Vergrösserung $\frac{\mathfrak{m}}{0} = \infty$, folglich unendlich. Obgleich dies Barometer vor dem Huygens'schen Vorzüge hat, so hat es dennoch auch seine wichtigen Fehler, und ist folglich nicht mit Vortheil zu gebrauchen.

D. Hook (Micographia Lond. 1665, Fol.; Musschenbroek introduct. ad phil. natur. § 2089) erfand auch schon im Jahre 1665 das sogenannte Radbarometer (Taf. XIII, Fig. 14). Die Röhre wird unten gekrümmt, und auf der Quecksilberoberfläche c schwimmt ein eisernes Gewichtchen, welches an einem über die Rolle d geführten Faden von einem am andern Ende des Fadens hangenden Gewichte e beinahe im Gleichgewichte erhalten wird. Wenn nun die Quecksilberoberfläche c steigt und fällt, so muss auch das darauf schwimmende Gewicht steigen und fallen; dadurch wird aber die Rolle d gedrehet. An der Axe der Rolle ist ein Zeiger befestigt, welcher mit der Rolle zugleich in Bewegung kommt, und auf diese Weise das Steigen und Fallen des Quecksilbers auf einem in Grade getheilten Kreise anzeiget. Dieses Barometer ist aber wegen der Reibung an verschiedenen Stellen zu genauen Beobachtungen ganz untauglich.

Unter allen Barometern, welche bei Veränderung des Drucks der Luft bemerklich grosse Grade zeigen, ist dasjenige, welches als Erfindung dem Ritter Samuel Morland (Musschenbroek introd. ad philos. natural. § 2078) zugeschrieben wird,

das vorzüglichste. Man legt die Erfindung dieses Barometers auch dem Ramazzini (Leupold Theatrum aerostaticum, Cap. III) bei. Es ist dasselbe (Fig. 15, Taf. XIII) unter einem schiefen Winkel bei e gebogen. Gesetzt also, das Quecksilber würde in der Torricelli'schen Röhre beim höchsten Druck der Atmosphäre in c stehen, so wird es in der schief liegenden Röhre e f bei g sich befinden; fällt das Quecksilber von c nach d, so muſs es in der schiefen Röhre den beträchtlichen Raum g h herabfallen, und dadurch die Grade bemerkbar groſs angeben. Obgleich diese Erfindung sehr sinnreich ist, so verursachet doch der Druck des Quecksilbers auf der schiefen Fläche der Röhre ein zu starkes Reiben, und die Oberflächen des Quecksilbers bei g und h sind niemals wagerecht, so, daſs dieses Barometer unmöglich die wahre Höhe des Barometers andeuten kann.

Im Jahre 1710 legte Johann Bernoulli der Pariser Akademie ein Barometer vor, welches unter dem Namen des rechtwinklichten Barometers bekannt ist. Schon einige Jahre vorher hatte Johann Dominicus Cassini dieses Barometer ausgedacht, aber nicht ausgeführt. Es bestehet aus zwei engen Röhren (Fig. 16) g d und d e, welche unter einem rechten Winkel an einander gefügt sind; an die eine Röhre oben bei g kommt noch ein cylindrisches Gefäſs von drittehalb Zoll Höhe, in welchem das Quecksilber steigt und fällt. Weil die Röhre d e eng seyn muſs, indem sonst das Quecksilber in derselben aus einander laufen und gar keine Säule bilden würde, so sieht man, daſs beim geringen Steigen und Fallen des Quecksilbers bei c das untere bei b einen beträchtlichen Raum in der engen Röhre d e durchlaufen müsse. Ein groſser Fehler an diesem Barometer ist der, daſs beim Steigen des Quecksilbers in c das Quecksilber in der engen Röhre d e nicht recht nachkommen kann, weil es in der horizontalen Lage auf der innern Wand derb aufliegt, und also zu viel Friction leidet. So kann beim niedrigen Stande des gewöhnlichen Barometers das Quecksilber auf völlige zwei Linien steigen, da es in diesem rechtwinklichten Barometer gar keine Bewegung zu erkennen giebt. Auch Amontons (Histoire de l'Académ. à Paris, an 1704, p. 1 ff.; und Memoir. an 1704, p. 164 ff., 271 ff.) war Erfinder eines Barometers, das gröſsere Grade zeigt, als das gewöhnliche Torricelli'sche. Es bestehet aus einer blos conischen Röhre (Fig. 17) a b, welche in der Spitze a zugeschmolzen, am andern weitern Ende aber offen ist; es heiſst deshalb auch das conische oder kegelförmige Barometer. Amontons schlug es vorzüglich zum Gebrauch auf der See vor. Weil beim senkrechten Stande des Barometers das Quecksilber blos von der Luft getragen wird, so muſs die Röhre so enge seyn, daſs es aus der Röhre nicht auslaufen kann. Die eigentliche Länge der Röhre läſst sich nicht bestimmen, weil es blos darauf ankommt, ob sie mehr oder weniger conisch zuläuft. Man füllt in dieselbe etwa 29 Zoll hoch Quecksilber, und kehrt sie alsdann um. Gesetzt nun, es erhalte der Druck der Luft in der Torricelli'schen Röhre eine Quecksilbersäule von der Höhe von 28 Zoll, so muſs es in diesem conischen Barometer so tief herabfallen, bis sie eine gleiche Höhe erreicht, mit welcher sie dem Drucke der Luft das Gleichgewicht halten kann. Würde der Druck der Luft noch geringer, so muſs auch das Quecksilber in diesem Barometer noch weiter herabsinken, bis wieder eine gewisse Höhe desselben mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht halten kann. Wenn im Gegentheile

der Druck der Luft zunimmt, so treibt sie auch bis zum Gleichgewicht das Quecksilber in die Höhe. Dieses Barometer hat indessen ebenfalls seine Fehler, so sinnreich auch die Erfindung selbst ist, indem es theils schwer ist, eine so grofse Röhre völlig conisch zu erhalten, und, nach den oben angegebenen Versuchen des Herrn de Luc, das Quecksilber in solchen Röhren, welche nach oben zu spitzig zulaufen, immer niedriger steht, als in den Torricelli'schen Barometern, theils sich aber auch der Raum a c nicht ganz luftleer machen läfst.

Der Ritter Landriani hat, nach Herrn von Magellan, (Beschreibung neuer Barometer, nebst einer Anweisung zum Gebrauche derselben) ein eigenes Barometer erfunden, welches Letzterer das stereometrische Barometer nennt, weil es aus der ausgeflossenen Menge von Quecksilber anzeigen soll, um wieviel das Barometer von einer bestimmten Höhe herabgefallen ist. Es ist dieses Barometer das Heberbarometer des Herrn de Luc, an dessen kurzen Schenkel eine elfenbeinerne Büchse gekittet ist, aus der das Quecksilber mittelst eines wie bei einer Luftpumpe doppelt durchbohrten Hahnes in einen Trichter, woran eine enge durchaus gleich weite Röhre, als die Barometerröhre selbst ist, gekittet worden, abgelassen werden kann. Da sich nun in der engern Röhre, an die der Trichter gekittet wurde, das abgezapfte Quecksilber weiter als in der Barometerröhre selbst ausbreiten kann, so erhält man dadurch ein Mittel, noch kleinere Theile, als die Zolle des Barometers sind, zu bestimmen. Hiedurch läfst sich also finden, um wie viele Linien und um wie viele Theile derselben das Barometer von seiner höchsten Höhe herabgefallen ist. Da aber das abgezapfte Quecksilber alle Mal wieder in die elfenbeinerne Büchse gegossen werden mufs, so macht dieses nicht allein Zeitverlust bei jeder Beobachtung, sondern man ist auch der Gefahr ausgesetzt, beim Ablassen und Einlassen Quecksilber zu verlieren, oder auch mit Luft und Schmutz zu mischen, wodurch dieses Barometer in der That zum Gebrauche untauglich wird.

Auch bei den besten Barometern verstatten die Barometerhöhen bis auf ein Sechszehntel Linie keine zuverlässige Richtigkeit; alle die bisher beschriebenen, oftmals nur zu sehr gekünstelten, vermeinten Verbesserungen der Barometer, um ihre Veränderungen durch gröfsere Räume zu verdeutlichen, sind aber höchst mangelhaft, und es wird hiedurch der unvermeidliche Fehler noch mehr vergröfsert.

Amontons (Ancienne histoire de l'Académ. des scienc. II, p. 39) suchte die Unbequemlichkeit der Länge der gewöhnlichen Barometer, die doch immer eine Höhe von etwa zwei und einem halben Fufse besitzen, dadurch abzuändern, dafs er ein sogenanntes abgekürztes Barometer erfand. Es bestehet dieses Barometer aus verschiedenen mit einander zusammengefügten Röhren, welche wechselsweise auf- und niedergebogen sind. Die erste Röhre (Fig. 18, Taf. XIII) a b ist mit Quecksilber gefüllt, an dieser befindet sich die andere b c, in welcher entweder blos Luft, oder eine andere flüssige Materie enthalten ist; diese ist wieder mit einer dritten Röhre c d verbunden, welche Quecksilber enthält, u. s. f. Dadurch bringen zwei Quecksilbersäulen und eine Luftsäule das Quecksilber auf 14 Zoll, vier Quecksilbersäulen und drei Luftsäulen bringen es auf 7 Zoll Höhe, u. s. f. Die Luftsäulen haben im Grunde nur den Zweck, den von der ersten

Quecksilbersäule entstandenen Druck auf die andere und folgende fortzupflanzen; mithin drückt auf d die Summe aller Quecksilbersäulen von unten herauf. Die Barometerveränderungen bei einem solchen verkürzten Barometer werden indessen desto geringer, je gröſser die Anzahl der Quecksilbersäulen ist. Um nun diese Verringerung aufzuheben, gab Amontons diesem Barometer die Natur eines doppelten Barometers, indem er einen Liquor über die letzte Oberfläche d des Quecksilbers setzte, welcher in einer Röhre e f aufstieg. An jeder obern Krümmung muſs noch eine kleine Röhre g seyn, durch welche man das Quecksilber in die Röhre bringen kann, und welche nach dem Einfüllen wieder verschlossen wird. Da aber bei diesem Instrumente das Reiben durch die verschiedenen Krümmungen sehr vermehrt wird, so ist es fast unmöglich, demselben den erforderlichen Grad der Genauigkeit zu geben.

Noch gab Amontons ein Meerbarometer (Mémoires de l'Acad. des sciences à Paris, an 1705) an, das schon von Halley (Philosoph. Transact. N. 269) im Jahre 1700 als eine Erfindung des D. Hook beschrieben ist. Es ist dieses Barometer eigentlich Amontons Luftthermometer. (M. s. Luft und Wärme.)

Von Mairan gab noch ein verkürztes Barometer an, welches blos zum Gebrauch unter der Luftpumpe bestimmt ist. Dufay giebt eine Beschreibung davon (Mémoir. de l'Acad. à Paris, an 1734, p. 486). Es hat die Gestalt eines gemeinen Barometers mit einem Behältnisse, nur daſs es ohngefähr drei Zoll lang ist. Es wird auf einem Fuſsgestelle befestigt, damit es beständig in vertikaler Stellung erhalten werde.

Regeln für Verfertigung der Barometer.

Soll ein Barometer die möglichst gröſste Vollkommenheit haben, so muſs man auf folgende Umstände Rücksicht nehmen. Die Röhre, welche zur Verfertigung eines Barometers angewandt werden soll, muſs allenthalben gleich weit, und vollkommen glatt, ohne alle Rauhigkeit seyn; bei dem heberförmigen Barometer muſs der kürzere Schenkel mit dem längern vollkommen parallel seyn: und eine gleiche Weite mit diesem besitzen; der Durchmesser des Queerschnitts muſs etwa zwei bis drei Linien betragen; das Quecksilber, welches zum Füllen der Röhre angewandt wird, muſs im allerreinsten Zustande seyn, damit es in den verschiedenen Barometern einerlei specifisches Gewicht habe. Die Untersuchung der gleichen Weiten der Röhren nennt man das Calibriren. De Luc bedient sich dabei folgender Methode:

Er nimmt ein Korkstöpselchen, von welchem die Röhre genau und gedrängt ausgefüllt wird, sticht durch dasselbe der Länge nach ein Loch, und zieht es nun mittelst eines Fadens oder Drathes in die Röhre; hierauf wird auf diesen Kork etwas Quecksilber, etwa anderthalb Zoll hoch gefüllt, und durch den Kork in der Röhre weiter in die Höhe getrieben. Findet man nun die Höhe des Quecksilbers bei jeder veränderten Lage desselben gleich groſs, so hat die Röhre gleiche Weite. Luz (Vollständige Beschreibung von allen bisher bekannten Barometern, Nürnb. und Leipz. 1784, 8. p. 130) bedient sich folgender Methode zum Calibriren: Er verstopft die Röhre an dem einen Ende mit einem

kleinen Korkstöpsel füllt ein bestimmtes Maas Quecksilber über denselben, und mifst die Höhe der Röhre genau. Ueber dieses Quecksilber füllt er abermals das bestimmte Maas, und mifst auch diese Höhe. Findet er nun beide Höhen gleich, so hat die Röhre an diesen Stellen gleiche Weite. Mit diesem Verfahren geht es so fort, bis die Röhre ganz voll ist.

In Ansehung der Reinigung des Quecksilbers empfiehlt Luz (a. a. O. §. 96.) folgende von Dr. Priestley angegebenen Methode. Man füllt eine gläserne mit einem eingeriebenen Stöpsel versehene Flasche mit Quecksilber ohngefähr bis auf 1/4 an, alsdann verstopft man sie, und schüttelt sie sehr heftig. Wenn dieses 20 bis 30 Mal geschehen, so nimmt man den Stöpsel ab, und bläfst mit einem Blasebalge in die Flasche, um die Luft zu verändern. Ist das Quecksilber sehr unrein, so wird die Oberfläche sehr bald schwarz werden, und ein Theil Quecksilber am obern Theile zusammen treten, der von dem übrigen Quecksilber sehr leicht abgesondert werden kann. In diesem Falle filtirt man das Quecksilber durch einen engen Papiertrichter, in welchem die Unreinigkeit hängen bleibt. Das abfiltrirte Quecksilber bringt man abermals in die gläserne Flasche, schüttelt es wie vorher um, und wiederholt das Verfahren so lange als sich keine schwarze Materie mehr absetzt. Sobald dieses geschehen, fängt das Quecksilber beim Schütteln zu rasseln an. Ohne vorsichtige Destillation (S. Quecksilber und Wärme) ist indessen an keine vollkommenere Reinigung desselben zu denken. Da aber die flüchtigern das Quecksilber etwa verunreinigenden Metalle leicht bei der Destillation zum Theil übergehen können, so kann auch das durch Destillation gereinigte Quecksilber noch nicht als völlig reines angesehen werden. Ein völlig reines Quecksilber kann man aber erhalten, wenn man einen Theil reine Eisenfeile mit 2 Theilen Zinnober destillirt. Das Quecksilber geht reducirt, aber nicht metallisch glänzend, sondern mit einer schmutzigen Hand überzogen, über. Man kann es hievon reinigen, wenn man es so lange durch einen Papiertrichter filtrirt, bis es mit schönen Metallglanze erscheint. Das gereinigte Quecksilber wird nun vermittelst eines gläsernen oder papiernen Trichters in die Barometerröhre gefüllt. Bei gekrümmten Röhren füllt man in den kürzern Schenkel so viel Quecksilber, bis die Krümmung zum Theil voll gefüllt ist. Hierauf hält man den Finger auf die Oeffnung, kehrt die Röhre um, und bringt das Quecksilber durch allmähliges Schütteln bis zum zugeschmolzenen Ende der Röhre. Ueberhaupt mufs man bei Verfertigung des Barometers darauf sehen, dafs die Torricellische Leere vollkommen rein erhalten werde: denn, enthielte sie noch Luft, so müfste offenbar die Quecksilbersäule kürzer sein, als sie eigentlich sein sollte, und die einwirkende Wärme würde das Quecksilber noch mehr hinabdrücken. Es ist diesem zufolge ein wesentliches Stück eines guten Barometers, dafs die Erhitzung der Torricellischen Leere das Quecksilber nicht zum Sinken bringe. Um nun diese Leere so rein als möglich zu erhalten, mufs man das Quecksilber in der Röhre bei Verfertigung des Barometers ausgekocht werden. Zum Auskochen nimmt man eine Kohlenpfanne etwa 1/2 Zoll hoch und eben so breit, an der sich an der einen Seite ein Einschnitt von 1 1/2 Zoll bis 2 Zoll Länge, und gegen 1/2 Zoll Breite befindet, damit die Barometerröhre hinein gelegt werden kann. Den Anfang mit dem Auskochen macht man nicht ganz bei dem zugeschmolzenen

Ende der Röhre, sondern etwa 3 bis 4 Zoll davon, indem man ohngefähr ein Stück von 6 Zoll Länge nach und nach erwärmt. Sobald die Röhre einige Hitze erhalten hat, so entstehen an den Seitenwänden derselben eine grofse Menge Luftbläschen, und das Quecksilber enthält dadurch ein aschgraues Ansehen, kocht indessen dabei noch nicht. Bei zunehmender Hitze vereinigen sich diese kleinen Luftbläschen in eine grofse Luftblase, welche im Quecksilber hinauf läuft. Hat man auf diese Weise ein Stück von etwa 6 Zoll Länge gröfstentheils von Luft gereinigt, so mufs man nun hinten die Röhre um ein Beträchtliches höher halten, als vorn, so, dafs etwa die Röhre mit dem Horizonte unter einem Winkel von 40° geneigt ist. Wenn das Quecksilber wirklich kocht, so trennt sich das Quecksilber, und wenn diese Stelle, wo die Trennung geschehen ist, einige Augenblicke der starken Hitze ausgesetzt wird, so wird die Elasticität der Luft so grofs, dafs sie die ganze Quecksilbersäule von einigen 20 Zollen auf einge Zolle empor hebt, und alsdann beim Zurückfallen gewöhnlich die Röhre sprengt. Deshalb mufs man, wenn man gewahr wird, dafs die ganze Quecksilbersäule sich stark empor hebt, die Röhre ja nicht von dem Kohlfeuer wegnehmen, weil alsdann durch die Erkältung das Quecksilber so schnell herabfallen würde, dafs es durch die Erschütterung die Glasröhre unausbleiblich zerrisse; vielmehr mufs man die Röhre fortrücken, damit eine andere Stelle derselben über das Kohlenfeuer komme. Hat man nun ein Stück von etwa 6 Zollen Länge auf diese Weise ausgekocht, so fährt man nach eben beschriebenem Verfahren fort, die übrige Stücke der Röhre ebenfalls auszukochen. Die besten Vortheile beim Auskochen des Quecksilbers mufs man sich indessen durch einige Arbeit erwerben. Wenn die ganze Quecksilbersäule ausgekocht ist, so befindet sich auf der obern Fläche des Quecksilbers ein bräunlicher Schaum, der mittelst eines kleinen Schwammes, der an einem Draht befestigt ist, hinweg genommen wird.

Ist das Auskochen des Quecksilbers in der Röhre recht gut gerathen, so bleibt es gemeiniglich beim Umkehren der Röhre in der Spitze hängen, und sinkt erst nach einigem Schütteln zur gewöhnlichen Barometerhöhe herab. Dieses Anhängen des Quecksilbers in der Barometerröhre hat verschiedene Hypothesen veranlafst.

Nach v. Wolff (Nützliche Versuche, T. II, Halle 1774. 8. Cap. 3. §. 36.) hat es Huygens zuerst bemerkt, indem er das Quecksilber in einer Glasröhre von 78 Rheinl. Zollen hängend fand. Brounker, Boyle und Wallis haben die Versuche wiederholt, und gefunden, dafs das Quecksilber etliche 40, 50 ja 70 englische Zoll etliche Tage hindurch hängend geblieben, und erst nach einigem Schütteln auf die gewöhnliche Barometerhöhe herab gefallen ist. Huygens erklärte das Phänomen durch den Druck des Aethers, welcher durch das Glas in den obern leeren Raum dringe, und die Quecksilbersäule in der Folge herabdrücke; Brounker hingegen war der Meinung, dafs sich nach und nach aus dem Quecksilber eine Luft losmache, in den obern leeren Raum trete, und das Quecksilber herabdrücke. Am Gescheutesten ist es, dafs man weiter keine Ursache der Erscheinung aufzustellen wagt, als die uns letztere unmittelbar anzudeuten scheint, dafs nemlich die Wärme die Art der Affinität, welche sich als Adhäsion

äufsert, befördert, und dafs also Erkältung dieselbe aufhebe, denn nach der Erkaltung kann diese Art der Anhängung nicht wieder hervorgebracht werden.

Der Nutzen des Auskochens der Barometerröhren war anfangs noch ganz unbekannt. Ein teutscher Glasarbeiter machte dasselbe Hrn. du Fay bekannnt, (Mém. de l'Académie à Paris 1723) und gab es als ein Mittel an, das Barometer im Dunkeln leuchtend zu machen.

Cassini und le Monnier (Mémoir. de l'Académie royale des sciences 1740) machten aber nachher die Entdeckung, dafs diejenigen Barometer, die ausgekocht waren, beständig einerlei Höhe zeigten, da hingegen die, bei denen dies nicht geschehen war, auf eine veränderliche Höhe stiegen und fielen.

Erst de Luc betrachtete das Kochen des Quecksilbers als ein Mittel, die Luft gröfstentheils aus dem Quecksilber zu bringen, und den übrigen zurückbleibenden Theil so gleichförmig darin zu vertheilen; dafs keine Unregelmäfsigkeit im Steigen und Fallen des Quecksilbers bei verschiedenen Barometern Statt finden könne.

Ist auf vorbeschriebene Art die Barometerröhre mit ganz reinem Quecksilber angefüllt, und mit aller Vorsicht auskocht, so wird es an ein Brett befestigt, worauf nach einem Fufsmaafse die Zolle und Linien, unter dem Nahmen der Barometerskale genau aufgetragen sind. Die Barometerskale kann auf verschiedene Art eingerichtet werden. Bei den Gefäfsbarometern kann auch eine eigene kleine Skale an der Seite des Gefäfses angebracht werden, um den veränderlichen Stand der Quecksilberflächen zu bemerken, und ihn gehörig mit in Rechnung zu bringen. Bei dem Heberbarometer ist schon oben eine Skale angegeben; nach de Luc wird an jedem Schenkel eine eigene Skale angebracht, unten am längern Schenkel wird bei einer horizontalen Linie 0 gesetzt, und hievon heraufwärts, etwa 22 Zoll, an dem kürzern Schenkel aber von 0 an, unterwärts etwa 2 Zoll gezählet. Die Zolle werden in Linien, und die Linien werden mit rothen Strichen in Viertel getheilt. Um diese doppelte Skale zu ersparen, welche jedes Mal zwei Beobachtungen, nemlich eine am längern, und die andere am kürzern erfordert, hat Luz folgenden Vorschlag gethan: Man soll das Heberbarometer am Brette so anbringen, dafs man es auf- und abschieben könne, hierauf wird eine Horizontallinie gezogen, 0 dabei gesetzt, und über derselben am längern Schenkel etwa 29 Zoll aufgetragen; die obersten 3 bis 4 Zolle werden noch in Linien, und diese in Viertel eingetheilt. Bei jedesmaliger Beobachtung schiebt man das Barometer so, dafs die Oberfläche des Quecksilbers genau mit der Horizontallinie, wo 0 steht, zusammen fällt; da alsdann auf einer einzigen Skale die Barometerhöhe beobachtet werden kann. Man hat auch vorgeschlagen, um die Barometerhöhe genau zu erhalten, an der Skale des Barometers ein Vernier oder Nonius anzubringen.

Die Behältnisse bei den Gefäfsbarometern können eine mannigfaltige Einrichtung erhalten; alles kömmt hiebei einzig darauf an, dafs beim Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Barometerröhre das Steigen und Fallen im Gefäfse nicht merklich und wo möglich gar nicht erfolge, wie bei dem Prinzischen und Voigt- und Seeenschen. Es müssen aus dieser Ursache die Behältnisse im Querschnitte einen Durchmesser besitzen, der wenigstens 10 bis 12 Mal gröfser ist, als der Durchmesser des Querschnitts der Barometerröhre. (bei Fischer a. a. O. p. 271. f.)

Ueber den Gebrauch des Barometers.

Wenn man am Barometer richtige Beobachtungen anstellen will, so versteht es sich von selbst, daſs das Barometer einen vollkommenen vertikalen Stand haben müsse, damit die Oberfläche des Quecksilbers horizontal sei. Vor der Beobachtung muſs einige Mal an die Röhre geschlagen werden, um durch ein gelindes Schütteln das etwa angehängte Quecksilber frei zu machen. Bei der Beobachtung selbst muſs das Auge genau in der Horizontalfläche des Barometers seine Lage haben. Zu dem Ende bemerkt es das Bild der Skale, welches sich in der Barometerröhre zeiget; unter allen Strichen des Bildes zeigt sich aber nur ein einziger horizontal, und wenn dieser der ist, der an der Oberfläche des Quecksilbers steht, so hat auch das Auge die richtige Lage. Weil indessen das Quecksilber in der Röhre alle Mal convex stehet, so muſs die Barometerhöhe nicht am Rande, sondern in der Mitte des Quecksilbers beobachtet werden.

Man hat auch für die, welche die Barometerhöhe nicht selbst beobachten wollen, Barometer erfunden, die den Gang von selbst aufzeichnen. Man nennt sie Barometrographen. Man findet sie beschrieben von Luz (a. a. O. §. 210. 211.) und von Arthur Macquire, (Description of a self-registering barometer, read May 1791; in den Transact. of the royal Irish Academy Vol. IV, Dublin 4. Art. 8.), da aber diese Einrichtungen eben so unvollkommen als entbehrlich sind, so glauben wir sie hier ohne Schaden für den Leser übergehen zu können. Wohl in Rechnung zu bringen ist der Einfluſs der Wärme, dem die Barometer zu allen Zeiten ausgesetzt sind. Da nemlich die Wärme das Quecksilber ausdehnt, Kälte aber zusammenzieht, (S. Quecksilb. u. Wärme) so muſs die Barometerhöhe bei gröſserer Wärme gröſser, bei geringerer kleiner sein, wenn auch der Druck der Luft einerlei wäre. Sonst war man der Meinung, daſs bei einfachen Barometern die Wärme gar nicht wirken kann, wenigstens bei den ausgekochten Barometern nicht. Allein de Luc hat durch viele Versuche gefunden, daſs eine 27 Zoll lange Quecksilbersäule bei der Temperatur des thauenden Eises um 6 Linien länger werde, wenn sie bis zur Hitze des siedenden Wassers erwärmt wird. Eine Säule also, die bei der Temperatur des thauenden Eises nur halb so lang wäre, würde nur um 3 Linien länger werden, wenn sie bis zur Hitze des siedenden Wassers erwärmt wird. Ueberhaupt läſst sich ohne merklichen Fehler annehmen, daſs das Verhältniſs der veränderten Länge zweier Quecksilbersäulen bei gleicher veränderter Wärme dem Verhältnisse ihrer Länge gleich sei. Gesetzt der Druck der Luft wäre so groſs, daſs das Barometer bei 0° Wärme auf 27 Zoll stände, so würde bei eben dem Drucke der Luft und 12° Wärme nach Reaum. die Barometerhöhe 27 Linien $+ \frac{12}{80} . 6$ Linien betragen, und überhaupt bei n Graden 27 Zoll $+ \frac{n}{80} . 6$ Linien. Wäre nun die Barometerhöhe bei einer Wärme von 12° über dem Gefrierpunkte 28 Zoll, so suche man zuerst, wie hoch es bei 12° Wärme stehen müſste, wenn es bey 0° Wärme auf 27 Zoll hoch stehet; diese Höhe wird $27 + \frac{12}{80} . 1/2$ Zoll betragen, und man kann alsdann nach der Regel Detri ansetzen:

$\left(27 + \frac{12}{80} . 1/2\right)$

$\left(27 + \frac{12}{80} \cdot 1/2\right)$ Zoll : 28 Zoll $=$ $\frac{12}{80}$. 6 Linien: gesuchten Zahl, welche von der Barometerhöhe 28 Zoll subtrahirt werden mufs: diese Verminderung beträgt also

$$\frac{28}{(27 + \frac{12}{80} \cdot 1/2) \text{ Zoll.}} \cdot \frac{12}{80} \text{ Linien.}$$

Es sei also überhaupt die Barometerhöhe $=$ a, und die Zahl der Wärmegrade nach R. $=$ n, so hat man für die gesuchte Gröfse den allgemeinen Ausdruck

$$\frac{a}{(27 + \frac{n}{80} \cdot 1/2) \text{ Zoll.}} \cdot \frac{n}{80} \cdot 6 \text{ Linien.}$$

Weil aber n nicht leicht mehr als 20 beträgt, so ist dieser Ausdruck gewöhnlich beinahe $\frac{a}{27 \text{ Zoll}} \frac{n}{80} \cdot 6$ Linien.

De Luc theilt den Abstand des Sied- und Frostpunktes auf dem Thermometer in 96 Grad ein. Wenn man also jene Correction nach de Luc's Skale einrichten will, so mufs alsdann die Zahl 96 statt 80 gesetzt werden, und es würde alsdann die Verbesserung sein $=$

$$\frac{a}{27 \text{ Zoll}} \cdot \frac{n}{96} \cdot 6 \text{ Linien.} = \frac{a}{27} \cdot n \cdot \frac{1}{16} \text{ Linien} = \frac{n\,a}{5184}$$

Diese Correction mufs man von der Barometerhöhe subtrahiren, wenn dieses Thermometer n Grade über seinem 0 ($=$ 10° R.) im Gegentheile aber addiren, wenn es n Grade unter 0 zeigt. Man kann also überhaupt den verbesserten Barometerstand allgemein nach de Luc ausdrücken durch $(a \mp \frac{n\,a}{5184})$ Linien $=$ a $(\mp 0 \frac{n\,a}{5184})$ Linien. (Die verschiedenen Angaben der Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme sehe man bei Quecksilber und Wärme.) Nimmt man überhaupt an, die Barometersäule, die bei 0 Grad Wärme auf der Höhe a stehet, dehne sich bis zum Siedepunkt um die Höhe m aus, das Thermometer, welches man zur Berichtigung der Barometerhöhe gebrauchet, besitze zwischen den Frost- und Siedepunkte h Grade, und zeige bei der Beobachtung des Barometers g Grade über dem Gefrierpunkte; endlich sei die Temperatur, auf die man alle Barometerbeobachtungen reduciren will $=$ n Grade über dem Frostpunkte, und die beobachtete Barometerhöhe $=$ b, so wird die Correction nach dem vorhergehenden

$$= \frac{b}{a + \frac{g\,m}{h}} \cdot \frac{g\,m}{h} = \frac{b\,g\,m}{a\,h + g\,m} \text{ gefunden.}$$

Da aber alle Barometerbeobachtungen auf n Grade über dem Frostpunkte reducirt werden sollen, so mufs man statt g die Differenz g — n setzen, und man hat die Correction $= \frac{b\,m\,(g\,n)}{a\,h + g\text{-}m.}$

Es ist also die verbesserte Barometerhöhe $= b - \frac{bm(g-n)}{ah+gm} = \frac{bah + bgm - bgm + bmn}{ah + gm.}$

$= \frac{bah + bmn}{ah + gm} = \frac{ah + mn}{ah + gm} \cdot b = b\,\frac{(1 + n - g)\,m}{ah + gm}$

Da g m gegen a h immer kleiner ist, so kann man ohne beträchtliche Fehler in der Ausübung dafür setzen $b\,(1 + \frac{(n-g)\,m}{a\,h.}$.

Nimmt man mit de Luc $m = 6$ Linien, $a = 27$ Zoll $= 324$ Linien, und nach seiner Thermometerskale $h = 96$ Linien, $n = 12$ und $g = f + 12$, so ergiebt sich, $b\,(1 - \frac{f.\,6}{324.\,96}) = b\,(1 - \frac{f}{54.\,96})$ wie angegeben ist.

Stellt man die Beobachtungen mit dem Reaumurschen Thermometer an, so ist $h = 80$. Wäre nun $n = 0$, $g = 8$, so ist die berichtigte Barometerhöhe $= b\,(1 - \frac{8.\,6.}{324.\,80.}) = b\,(1 - \frac{1}{54.\,10.}) = b\,(1 - \frac{1}{540})$.

Ist also die beobachtete Barometerhöhe $= 28$ Zoll, so wird die berichtigte $= 336\,(1 - \frac{1}{540} = \frac{336.\,539}{540}) = 335{,}38$ Linien.

Würde man aber die Beobachtungen mit dem Fahrenheitischen Thermometer anstellen, so sei der Grad desselben bei der Beobachtung des Barometers $= f$, und der, worauf die Beobachtung reducirt werden soll $= k$, so ist nun $h = 180$, $g = f - 32$ und $n = k - 32$, mithin die berichtigte Barometerhöhe $= b\,(1 + \frac{k-f}{9720}$; es wäre also hier die Correction wegen der Wärme $\frac{k-f}{9720}$. b, welche zu der beobachteten Barometerhöhe addirt, wenn $k - f$ positiv, hingegen subtrahirt werden muſs, wenn $k - f$ negativ ist.

Um diese Rechnung bei jedesmaliger Beobachtung zu ersparen, hat Schlögl (Tabulae pro reductione quorumvis statuum barometri ad normalem quendam caloris gradum publico usui datae a P. Guarino Schlögl. Monach. et Ingolsta 1787. 4.) einige Reductionstabellen berechnet, woraus man bei jedesmaliger Beobachtung am Barometer und Thermometer sogleich die berichtigte Barometerhöhe nehmen kann. Bei diesen Tafeln ist das Reaum. Thermometer zum Grunde gelegt.

Wenn man von den Bestimmungen, wie weit sich das Quecksilber vom Eispunkte bis zum Siedepunkte ausdehnet, das arithmetische Mittel nimmt, so findet man die Zahl $5{,}5 = 5\,1/2$ Linie. Auch dies nimmt Schlögl an, und hat danach die Berechnung seiner Tafeln so gemacht, daſs er bei jeder Veränderung Wärme für 1 Grad zeigt, um wie viel sich eine jede andere Quecksilbersäule von 6 Zoll Länge ausdehne. Nähme man den Gefrierpunkt zur Reductionstemperatur an, so hat man in der vorher angegebenen Formel $a = 27$ Zoll $= 324$ Linien, $h = 80$, $m = 5\,1/2$, $n = 0$, also $\frac{m}{a} = \frac{5{,}5}{324} = \frac{11}{648}$, und folglich die berichtigte Barometerhöhe $= b\,(1 - \frac{11.\,g}{648.\,80.})$ wo der Bruch $\frac{11}{648.\,80}$ ohne merklichen Fehler $= \frac{1}{4713}$ gesetzt werden kann.

Wenn g einen Wärmegrad über dem Gefrierpunkte anzeigt, so muſs die Correction von der beobachteten Barometerhöhe abgezogen, im entgegengesetzten Falle aber dazu addirt werden.

Die Schlöglschen Tafeln geben die Correction für jeden Reaumürschen Grad und für jede Barometerhöhe von 20 bis 29 Zoll an.

Statt der etwas unbequemen Zahl 4713 im Nenner nimmt Gerstner (Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bei Höhenmessungen, in den Beobachtungen auf Reisen nach dem Riesengebirge, von Irasek, Haenke, Gruber und Gerstner. Dresden 1701, 4. p. 279.) die Zahl 4800 an; mithin wäre alsdann $\frac{1}{4800} = \frac{1}{60.80} = \frac{5,4}{324.80}$, d. h. er nimmt an, die Quecksilbersäule dehne sich vom Frostpunkte bis zum Siedpunkte um 5,4 Linien aus. Bei den gewöhnlichen Barometerhöhen macht dies keinen beträchtlichen Fehler. Vermöge dieser Annahme hat man alsdann die berichtigte Barometerhöhe $= b\,(1 - \frac{g}{4800})$ und die Correction $= \frac{g\,b}{4800} = \frac{1}{12}\,b.\,\frac{g}{400}$.

Da nun 1/12 b nicht weiter ist, als die Barometerhöhe in Zollen ausgedrückt, so giebt dies folgende sehr leichte Regel:

Die Correction der beobachteten Barometerhöhe findet man, wenn man die Barometerhöhe b in Zollen mit dem beobachteten Thermometergrade nach Reaum. multiplicirt, und die Produkte durch 400 dividirt.

Das Barometer z. B. zeige 28 Zoll, das Thermometer nach R. 8°, so ist die Correction $\frac{28.8}{400} = 0,51$, und der berichtigte Barometerstand $= 336 - 0,51 = 335,49$ Linien.

Wollte man auch eine andere Temperatur annehmen, auf welche die Beobachtungen reducirt werden sollten, z. B. auf 12° Reaum., so hat man nur nöthig die Zahl der Thermometergrade über oder unter 12 für 9 zu setzen. Im vorigen Beispiele wäre die Anzahl der Grade unter $12 = 4$, und folglich die Correction $= \frac{28.4}{400} = 0,28$ Linien, welche nun zu 28 Zoll addirt werden müſste. Ueberhaupt kann diese Correctionsregel bei allen übrigen Thermometerskalen angewandt werden. Bei dem Fahrenheitischen Thermometer war die Correction $= \frac{k-f}{54.\,h}.\,b$, welche sich nach Herrn Gerstner bei seinem angenommenen Ausdehnungsverhältnisse in $\frac{k-f}{60.\,h}.\,b$, und wenn b in Zollen ausgedrückt wird, in $\frac{k-f}{5.\,h}.\,b$ verwandelt.

Nach Fahrenheits Thermometer hat man nun $h = 180$, mithin $5\,h = 900$; man braucht also hier nur statt 400 mit 900 zu dividiren, um die Correction zu erhalten. So betragen z. B. 8 Grad R. so viel als 18 Gr. Fahr.; ist also $k = 0$, so ist die Correction $= \frac{28.18}{900} = 0,56$ sehr wenig von dem vorigen verschieden.

Soll eine solche Berichtigung des Barometers wegen des Einflusses der Wärme so viel als möglich genau geschehen, so muſs das Thermometer, welches zu den

Beobachtungen gebraucht werden soll, selbst an dem Brette des Barometers sich befinden, damit beide unter völlig gleichen Umständen sind, und einerlei Temperatur erhalten.

Die Herren de la Grange (Miscellanea Taurinensia 1759, T. I, p. 15 u. f.) Rosenthal (Anleitung das de Luc'sche Barometer zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen. Gotha 1779. 8.) und Lamanon (Journal de Physique. Janvier 1782.) haben jedoch auch Vorschläge gethan, die Berichtigung der beobachteten Barometerhöhe wegen des Einflusses der Wärme auch ohne Thermometer zu machen; hiezu ist aber ein heberförmiges Barometer nöthig, dessen Schenkel genau gleich weit sind; auch wird zugleich erfordert, dafs kein Quecksilber verloren gehe, welches aber in der Praxis schwer zu erhalten möglich ist.

Nachdem die Barometer allgemeiner bekannt geworden waren, dachte man auch darauf, sie zur Brauchbarkeit auf Reisen einzurichten. Es entstanden daher die sogenannten Reisebarometer, wovon schon Leupold (Theatr. aerostatic. Tab. IV. Fig. 3, 4, 5. Tab. VIII, Fig. 2.) verschiedene Arten angegeben hat. Der erste, der es hierinn zu einiger Vollkommenheit brachte, war de Luc (Unters. über die Atmosphäre, T. II, §. 463 und f.) Er erfand ein Reisebarometer, das er einen Zeitraum von 12 Jahren hindurch gebraucht, ohne nur irgend einen Fehler daran zu bemerken. Es ist dieses Barometer ein Heberbarometer, dessen kurzer Schenkel mit dem längern Schenkel durch einen Hahn verbunden ist, der geschlossen und geöffnet werden kann. Dieser Hahn ist von Elfenbein oder nach Luz von Pockholz, und der Schlüssel desselben von reinem guten Korkholze. Die Mitte des Hahns ist würfelförmig, an beiden Enden aber ist er rund gedrehet. Der Länge nach wird durch denselben ein Loch gebohrt, welches mit der Barometerröhre eine gleiche Weite hat, aber auch der Quere durch die würfelformige Mitte wird mittelst eines Löffelbohrers ein Loch durchgebohrt, damit die beiden Schenkel der Barometerröhre eine Gemeinschaft haben können. In das Loch dieses Schlüssels wird ein Federkiel so eingezwängt, dafs es sich nicht verrücken kann. Uebrigens wird der Hahn zur Hälfte in das Brett des Barometers eingelassen, durch vier Schrauben daran befestigt, und bekommt einen elfenbeinernen Handgriff. In diesen Hahn wird nun der längere Schenkel der Barometerröhre unten eingeleimt und verkittet, der kürzere Schenkel aber oben nur aufgesteckt, damit man ihn zu Zeiten heraus nehmen und reinigen könne. Ausserdem ist noch der längere Schenkel der Röhre an das Brett gehörig befestigt; auch sind die beiden Skalen nebst einem Thermometer am Brette angebracht. Um nun dies Barometer mit sich führen zu können, neigt man es unter einem Winkel von etliche 40 Graden, wodurch der längere Schenkel mit Quecksilber völlig angefüllt wird. Alsdann verschliefst man den Hahn durch den Schlüssel von Kork, und man kann ohne Gefahr das Barometer in eine Lage bringen, in die man will.

De Luc verschliefst es in ein besonderes dazu eingerichtetes Kästchen, dessen hintere Wand zugleich das Brett des Barometers ist, worauf die Skalen sich befinden. Noch hängt an der Wand ein kleines schweres Pendel herab, um das Barometer an einem jeden Orte senkrecht zu stellen. Ist man im Begriffe mit diesem Barometer eine Beobachtung anzustellen, so öffnet man den Hahn, damit das Quecksilber hinabsinke, stellt es mittelst des Pendels vertikal, macht den kürzern Schenkel durch einen Wischer rein, und schüttelt mittelst eines papiernen

Trichters in denselben noch etwas Quecksilber. Vorher wird indessen das Barometer in ein eigenes dazu eingerichtetes Stativ angeschraubt. Bei starkem Sonnenschein wird es besonders noch durch einen Schirm geschützt, damit das Brett nicht ungleich erwärmet werde. Ehe man die Beobachtung selbst anstellt, mufs das Brett die gehörige Temperatur erhalten haben. Weil auf der Reise selbst die veränderte Wärme auf das in der Röhre verschlossene Quecksilber wirket, indem es nemlich bei gröfserer Wärme ausgedehnt, bei geringerer aber zusammen gezogen wird, so mufs man von Zeit zu Zeit den Hahn ein wenig lüften, aber sogleich wieder verschliefsen. Um die doppelte Skale nicht nöthig zu haben, macht Luz die Einrichtung so, dafs das Brett doppelt ist, wovon der obere Theil die Form eines Schiebers hat, auf den eine Horizontallinie verzeichnet ist, welche bei jeder Beobachtung in die Oberfläche des Quecksilbers im kurzen Schenkel geschoben wird.

Nach de Luc haben sich mehrere, als Magellan (Beschreibung neuer Barometer u. s. w., Leipzig 1782, 8.), Rosenthal (Beiträge zur Verfertigung meteorol. Werkzeuge), Changeux (Description de nouveaux baromètres à appendice. Journ. de physiq. Mai 1783), Hurter (Journal de physiq. Nov. 1786; Lichtenberg's Magaz. für das Neueste aus der Physik, u. s. w. B. V, St. 4, p. 84 u. f.), Haas (Gren's Journal der Physik, B. VII, p. 238 u. f.), und Gilbert Austin (Description of a portable barometer, read Dec. 4. 1790; in den Transact. of the Royal Irish Academ. Vol. IV, Dublin 4.) mit verschiedenen Einrichtungen der Reisebarometer beschäftigt, deren Beschreibung wir aber hier füglich ersparen können, da die mehrsten ihrem Zwecke nicht entsprechen.

Ein sehr einfaches, brauchbares und dauerhaftes Reisebarometer hat Voigt in Jena nach Prinzischer Manier angegeben (Fischer's phys. Wörterb. Th. I, p. 284), von dem das Wesentlichste Folgendes ist: h i k l m n (Fig. 19) ist das Barometergefäfs von Eisen, Stahl oder Elfenbein, und hat eine der Weite der Barometerröhre proportionirte Dicke; p m ist der helle Raum, in den das Quecksilber tritt, und p q die Prinzische ebene Fläche, welche vollkommen plan gearbeitet ist, und worauf sich das Quecksilber e e ausbreitet. In dem Gefäfse selbst befindet sich ein Kanal b c d, welcher die Weite der Barometerröhre hat, und sich in der Prinzischen ebenen Fläche endigt, wodurch das Quecksilber in den hellen Raum kommen kann. Die Barometerröhre a b wird in dieses Gefäfs eingekittet. Sollte nun in beträchtlichen Höhen das Barometer in der Röhre sehr tief herabfallen, so dafs es die Prinzische Ebene ganz bedecken würde, so ist unweit der Wand m k ein Loch f in der Schiefe f g eingebohrt, um das übrige Quecksilber ablassen zu können. Wird dies Barometer gegen den Horizont geneigt, so füllt sich die Barometerröhre ganz voll an, welche alsdann durch eine besondere Vorrichtung bei d verschlossen wird. Uebrigens wird es wie gewöhnlich an ein Brett, woran die Skale, ein Thermometer und ein herabhängendes Pendel sich befindet, befestigt. Ist dieses Barometer ein Mal nach dem Heberbarometer berichtigt, so ist es diesem weit vorzuziehn, weil das Niveau allezeit richtig werden mufs, wenn das Gefäfs vollgefüllt, und das Quecksilber wieder abgelassen wird. Denn vorausgesetzt, dafs das Instrument vertikal und fest stehet, folgt, dafs allezeit gleichviel Quecksilber ablauft, und wenn auch durch einen Zufall mehr oder weniger abfliefsen sollte, so wird doch dadurch das Niveau nicht geändert und ungewifs.

Die Elasticität der Luft scheint durch lange anhaltenden Druck oder Verdünnung nicht geschwächt zu werden; so, dafs eine gegebene Menge Luft, wenn sie gleich eine lange Zeit sehr stark zusammengedrückt oder ausgedehnt ist, dennoch wieder in eben dieselben Räume zurücktritt, wenn sie wieder in den Zustand versetzt wird, in welchem sie sich vor der Zusammendrückung und Ausdehnung befand.

Als *de Roberval* eine Windbüchse sechszehn Jahre geladen stehn liefs, ohne sie zu berühren, war ihre Wirkung noch eben so stark, als wenn sie gleich nach dem Laden losgeschossen wurde. (*Histoire de l'Acad. des sciences à Paris*, *T. II*, *an* 1695, p. 234; Gehler's phys. Wörterb. III, p. 16; Weber über Luft, p. 22.)

Hawksbee zweifelte indessen, dafs die Elasticität der Luft so permanent sei, weil er an einem Heronsballe bemerkte, dafs die zusammengeprefste Luft, wenn das Wasser zu springen aufgehört hatte, und er den Ball eine Zeit lang verstopft hielt, beim Wiedereröffnen noch etwas heraustrieb; woraus er schlofs, die Federkraft nehme durch langen Druck ab, und erlange, wenn der Druck aufhöre, erst nach und nach ihre vorige Stärke wieder. (Gehler's physik. Wörterb. B. III, p. 16.)

Musschenbroek stellte einen entscheidenden Versuch (*Introduct. in philosoph. natur.* T. II, § 2161) hierüber an. Er prefste Luft in einer Glasröhre mit zwei Schenkeln durch Quecksilber zusammen, schmolz alsdann die Röhre zu, und fand einen Zeitraum von fünf Jahren hindurch, dafs die zusammengeprefste Luft beständig bei gleicher Wärme denselben Raum einnahm, als ein Zeichen, dafs die Luft nicht das mindeste von ihrer Federkraft verlor.

Als *Mariotte* im leeren Raum ein mit Wasser, das nicht von Luft gereinigt war, angefülltes Glas in eben dergleichen Wasser umstürzte, sah er sich mehrere Luftblasen aus dem Wasser losmachen, die am Ende so häufig wurden, dafs sie alles Wasser aus dem Glase verdrängten, und dasselbe ganz anfüllten. Beim Wiederhineinlassen der Luft in den Recipienten der Luftpumpe stieg das Wasser sogleich wieder in das Glas zurück, und verdichtete nach ihm die Luft so, dafs nur eine Blase im obern Theile zurückblieb, die kaum $\frac{1}{4000}$ des Raums, den die Luft vorher eingenommen hatte, ausfüllte. (*Histoire de l'Academ. à Paris*, *an* 1679, p. 276.) 1)

1) Hieraus schliefst Mariotte, dafs sich die Luft in einen 4000 Mal kleinern Raum zusammen drücken lasse, welche aber gar nicht aus dem Experimente folgt, da man auf die Resorbtion der Luft durchs Wasser keine Rücksicht genommen hat.

Boyle (Fischer's phys. Wörterb. B. III, p. 316; Macquer's chem. Wörterb., herausgeg. von Leonhardi, B. IV, p. 80) hat die Luft dreizehn Mal, und *Hales* (*Statique des végétaux et l'analyse de l'air, trad. de l'angl. par M. de Buffon, Paris* 1735, 8. p. 389; bei Fischer a. a. O. p. 316; Marat's phys. Unters. über Feuer, von Weigel übersetzt, p. 180; bei Macquer a. a. O.) durch Einpressung eines Zapfens in eine Bombe 38 Mal dichter gemacht. Bei andern Versuchen (a. a. O. und bei Reynier *du feu* p. 39) will er sie sogar 1551 und selbst 1838 Mal verdichtet haben.

Halley preſste sie 60 Mal zusammen (bei Macquer a. a. O.), und berichtet, daſs man aus Versuchen, die in England und von der *Academia del Cimento* angestellt seien, geschlossen habe, daſs keine Kraft vermögend sei, sie 800 Mal dichter zu machen. Der Versuche selbst erwähnte aber *Halley* nicht. Fischer a. a. O.; *Histoire de l'Académ. à Paris, an* 1703, p. 7; *Mémoires* p. 101.)

Franklin sagt, in einem Briefe an den Abbé *Soulavie*, (*European Magazine*, August 1793, p. 84; Voigt's Magaz. für das Neueste aus der Physik, B. IX, St. 3, p. 84) die Luft lasse sich durch Kunst so zusammen pressen, daſs sie zwei Mal so dicht als Wasser werde.

Halle bemerkt (Magie Th. II, p. 323), sie lasse sich in starken Gefäſsen in einen um acht, zehn und mehrere Mal engern Raum zusammenpressen.

Gemeiniglich setzt man ihre Verdichtbarkeit durch den Druck auf 128.

Wird in einem Recipienten, worin ein Thermometer eingeschlossen ist, die Luft schnell verdichtet, so steigt das Thermometer einige Grade über die vorige Temperatur der Luft (*Boerhave* in den *Element. Chem. T. II, p.* 480; *Dalton* in den *Memoires of the Soc. of Manchester, Vol. V, P.* 2, p. 515; *Wilhelm Remer* in Gilbert's Annalen der Physik, B. XVII, p. 27.)

Dilatation der Luft.

Otto von Guerike bemerkte zuerst, daſs, wenn ein Theil einer in einen gewissen Raum eingeschlossenen Luft ausgepumpt werde, der übrige Theil dennoch fortfahre, den ganzen Raum auszufüllen. (Lambert's Pyrometrie, p. 16.) Auf diese Art kann die Luft durch das bloſse Entfernen der mechanischen Hindernisse in einen ausserordentlich groſsen Raum ausgedehnt werden.

So hat *Wilke* (Abhandl. der Schwedischen Akademie der Wissenschaften für 1769, B. XXXI, p. 131 f.) vermittelst Austreibung der Luft aus Gefäſsen durch heiſse Wasserdämpfe, dieselbe 130 Mal, *Smeaton* (*A letter, concerning same improvements made in the Air-Pump. Philosoph. Transact. Vol. XLVII, No.* 69) durch seine Luftpumpe die Luft 1000 Mal, *Brook* (Johann

Brook's vermischte Erfahrungen über Electricität, Luftpumpe und Barometer, aus dem Englischen von Kühn, Leipzig 1790, p. 110) sogar 15294 Mal verdünnt.

Van Marum (Fischer's phys. Wörterb. B. III, p. 405) hat in einer Kugel, welche 906 Cubikzoll Raum faſste, die Luft mehrere Mal so sehr verdünnt, daſs die zurückgebliebene Luft nur noch eine Quecksilbersäule von einer Linie Höhe tragen konnte. In kleinen Recipienten von 50 bis 100 Cubikzollen Raum trieb er die Verdünnung so weit, daſs die zurückgebliebene Luft nur noch eine Quecksilbersäule von einer halben Linie Höhe tragen konnte.

Lampadius sagt, (Systematischer Grundriſs der Atmosphärologie, Freiberg 1806, p. 8): Man hat nach Boyle und Andern angenommen, daſs die Differenz zwischen der gröſsten Ausdehnung und Verdichtung der Atmosphäre durch die Zahlen 1 und 18 Millionen ausgedrückt werden könne. 1)

1) Das Instrument, vermittelst dessen man in einem eingeschlossenen Raume befindliche Luft auf eine bequeme Art verdünnen kann, nennt man Luftpumpe (*Antlia pneumatica*, *machine pneumatique*, *machine du vuide*). Mehrere Physiker verstehen unter Luftpumpe zugleich auch Maschinen zur Compression der Luft; alsdann wären die Luftpumpen in Saug- und Druckpumpen einzutheilen. Im engsten Sinne versteht man unter Luftpumpe nur die Saugpumpe, die bestimmt ist, die eingeschlossene Luft so sehr zu verdünnen, daſs man den sie vorher einschlieſsenden Raum als luftleer betrachten kann. Man ist aber niemals im Stande, den Raum vermittelst der Pumpe völlig von Luft zu befreien, indessen läſst sich das Auspumpen freilich so weit treiben, daſs die Elasticität der zurückgebliebenen Luft beinahe als 0 anzusehen ist.

Das Wesentliche einer Luftpumpe besteht aus einem hohlen hinlänglich starken metallenen Cylinder (Taf. XIV, Fig. 1) a b c d, oder dem so genannten Stiefel, welcher inwendig so genau als möglich von gleichem Durchmesser ist, und in welchem ein genau passender Stempel e g durch die Zugstange g h bequem auf- und niedergezogen werden kann. In den Boden des Stiefels geht eine Röhre f k, mit welcher ein Gefäſs A verbunden ist, aus dem die Luft ausgepumpt werden soll. Wird nun der Stempel e g vom Boden b a des Stiefels in die Höhe gezogen, so tritt die Luft aus dem Gefäſse A in den Stiefel, und wird folglich in demselben verdünnt. Beim Zurückstoſsen des Stempels muſs nun die Veranstaltung so getroffen werden, daſs die zurückgepreſste Luft nicht wieder in das Gefäſs zurücktreten kann, sondern einen andern Ausweg findet. Ist dies geschehen, und es wird der Stempel von Neuem in die Höhe gezogen, so wird abermals die Luft des Gefäſses A in den Stiefel treten, und bei wiederholter Arbeit immer mehr und mehr verdünnt werden. Um beim Zurückstoſsen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und zu verhindern, daſs sie nicht wieder in den Raum A treten könne, dient entweder ein Hahn k in der am Boden des Stiefels befindlichen Röhre, oder es sind Ventile angebracht. Unter Hahn versteht man einen gewöhnlich metallenen Körper von der Gestalt eines abgekürzten Kegels, welcher in die Oeffnung, in die er paſst, eingeschlossen ist. Ein solcher Hahn ist doppelt

pelt durchbohrt, einmal der Queere, um eine innere Communikation des Gefäſses A durch die Röhre mit dem innern Raume des Stiefels zu haben, das andere Mal aber an der Seite, um eine Gemeinschaft der äuſsern atmosphärischen Luft mit dem Raume des Stiefels zu erhalten. Hat nun der Hahn die erste Stellung, so wird beim Auszuge des Stempels die in A befindliche Luft in den Stiefel treten können; dreht man hierauf den Hahn in die andere Stellung, so ist der Weg aus A in den Stiefel verschlossen, und die in den Stiefel getretene Luft kann durch den Rückzug des Stempels in die freie Luft geschafft werden. Ventile, oder Klappen (*ventilia*, *soupapes*) sind Einrichtungen, wodurch eine Oeffnung so verschlossen werden kann, daſs eine flüssige Materie durch dieselben nach einer Richtung durchgehen kann, sich selbst aber den Rückweg verschlieſsen muſs. Die einfachsten Klappen sind lederne Deckel, welche auf einem Ringe an der Oeffnung aufliegen, und vermittelst eines Charniers auf und zu beweget werden können. Wird die Flüssigkeit nach der einen Richtung fortgetrieben, so stöſst sie sich selbst den Deckel auf; will sie hingegen wieder zurück, so verschlieſst sie selbst durch ihren Druck auf den Deckel die Oeffnung. Brauchbarer für die Luft als die ledernen sind indessen die Blasenventile: es liegt nemlich über der Oeffnung ein metallener Ring (Fig. 2, Taf. XIV) h e f g, der in der Mitte das Loch k hat, über welches ein Stück nasse Blase a b c d gespannt, und bei a, b, c, d, an den Ring so befestigt wird, daſs es durch eine geringe Kraft in die Höhe gehoben werden kann. Wenn nun die Luft aus der Oeffnung k gegen die Blase drückt, so hebt sich diese ein wenig auf, wodurch der Luft zwischen der Blase und dem Ringe ein Ausweg verschafft wird; will sie aber den Rückweg nehmen, so wird durch den Druck der Luft die Blase an den Ring angepreſst, und zugleich in die Oeffnung k etwas hineinwärts getrieben, wodurch also eine völlige Verschlieſsung derselben bewirkt wird. Dieser Ventile müssen an der Luftpumpe zwei angebracht seyn, eins im Boden des Stiefels und das andere in dem Stempel, die sich beide aufwärts öffnen. Wird nemlich alsdann der Stempel an der Zugstange vom Boden des Stiefels in die Höhe gezogen, so öffnet sich die in A Fig. 1 ausdehnende Luft das Bodenventil f, und tritt in den Raum des Cylinders: beim Zurückstoſsen des Stempels hingegen kann die Luft nicht wieder zurück, muſs also, vermöge ihres Drucks, das Ventil im Stempel öffnen, und wird auf diese Weise beim nachmaligen Ausziehn des Stempels in die atmosphärische Luft getrieben. Nach dieser Einrichtung der die Luft heraus- aber nicht wieder hineinlassenden Oeffnungen theilen sich die Luftpumpen in solche mit Ventilen und solche mit Hähnen. Beide Arten haben ihre eigenthümlichen Vorzüge, aber auch eigenthümlichen Fehler. Luftpumpen mit Hähnen dienen besonders mit weit mehr Vollkommenheit zu Druckpumpen oder Compressionsmaschinen; bringt man nemlich vor dem Auszuge des Stempels den Hahn in die Stellung, daſs der innere Raum des Stiefels mit der äuſsern Luft in Verbindung steht, so wird sich alsdann, wenn der Stempel ausgezogen wird, der Raum des Stiefels mit äuſserer Luft anfüllen, und wenn man darauf die Stellung des Hahns so verändert, daſs nun der Stiefel mit dem Gefäſse in Verbindung ist, so wird beim Hineintreten des Stempels die Luft ins Gefäſs gepreſst. Gebraucht man eine Luftpumpe mit Hahn als Saugpumpe, so hat sie vor der Luftpumpe mit Ventilen besonders das voraus, daſs die Luft bei jener schon einen offenen Weg findet, den sie sich bei dieser erst öffnen muſs, wozu sie zuletzt bei sehr starker Verdünnung nicht Kraft genug mehr hat. Der

besonders zu beherzigende Fehler bei den Luftpumpen mit Hähnen ist dieser, daſs sich zwischen dem Hahne und dem Stempel immer ein kleiner Raum befindet, in dem Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äuſsern sitzen bleibt. Diese Luft verbreitet sich beim Auszuge des Stempels zugleich mit durch das Gefäſs und den Stiefel, vermindert die Verdünnung, und ist daher dem eigentlichen Zwecke entgegen. Es ist aber sehr schwer, diesem schädlichen Raume zwischen Hahn und Stempel auszuweichen, obgleich verschiedene Vorschläge dazu gemacht sind. Statt das Gefäſs A unmittelbar an die Röhre zu schrauben, wird gewöhnlich die Röhre vertikal aufwärts gebogen, und das Ende derselben mit einem in der Mitte durchbohrten horizontal liegenden messingenen Teller verbunden. Auf diesen Teller werden gläserne Glocken gestellt, so daſs zwischen dem Rande derselben und dem Teller keine Luft hindurch kann. Zu dieser Absicht wird entweder ein nasses Leder auf den Teller gelegt, und auf dasselbe die Glocke gestellt, oder, was noch vorzuziehen ist, es wird die Glocke auf dem matt geschliffenen Teller mit etwas Baumöl angeschlossen. Auſser diesem Wesentlichsten aller Luftpumpen hat man bei denselben noch mannigfache Vorrichtungen angebracht, um den Stempel in dem Stiefel bequem auf und nieder zu bewegen, und eben auf die Verschiedenheit des angebrachten Mechanismus gründen sich die verschiedenen Arten von Luftpumpen, von denen wir weiter unten noch etwas erwähnen werden.

Wenn der Hahn (Fig. 1, Taf. XIV) k unmittelbar an den Boden des Stiefels anschlieſset, und der innere Raum der Glocke mit dem Raume der Röhre bis an den Hahn zusammen = v, und der inwendige Raum des Cylinders bis an den zurückgezogenen Stempel = V, so wird sich, nach dem ersten Auszuge des Stempels, die in der Glocke befindliche Luft in den Raum V + v ausbreiten, und folglich die Dichtigkeit $\frac{v}{v + V}$ erhalten, wenn die anfängliche Dichtigkeit = 1 angenommen wird. Beim zweiten Stempelzuge wird die Luft in eben dem Verhältnisse wieder verdünnt, mithin erhält sie die Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v + V}\right)^2$, und nach n Auszügen bleibt ihre Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v + V}\right)^n$. Es sei z. B. v = V, mithin v + V = 2 v, und n = 8, so wird die Luft nach 8 Mal Auspumpen auf die Dichtigkeit $\left(\frac{1}{2}\right)^8 = \frac{1}{256}$ gebracht, oder *256* Mal verdünnt seyn. Diese Formel giebt zugleich zu erkennen, daſs die Luft nie ganz leer ausgeräumt werden könne, weil der Ausdruck $\left(\frac{v}{v + V}\right)^n$ nie gleich o werden kann. Setzt man die Formel = x, so hat man log. x = n. log. $\frac{v}{v + V}$. Ist daher der innere Raum der Glocke, der Röhre und des Stiefels bekannt, so läſst sich auch daraus finden, wie viel Mal das Auspumpen geschehen müsse, damit die Luft in einem gegebenen Verhältnisse verdünnt werde. Soll z. B. die Luft unter der Glocke *256* Mal verdünnt werden, und man setzt v = V, so hat man $x = \frac{1}{256}$ und $\frac{v}{v + V} = \frac{1}{2}$, und $n = \log. \frac{1}{256} : \log. \frac{1}{2} = \frac{\log. 256}{\log. 2} = \frac{2{,}4082400}{0{,}3010300} = 8$; mithin sind 8 Auspumpungen nöthig. Man sieht aber leicht ein, daſs in der Praxis sehr groſse Abweichungen von dieser Regel vorkommen müssen, die man nach Verschiedenheit der Umstände verschieden würdigen muſs.

Geschichte der Luftpumpe.

Als es durch *Galilei's* Versuche, und noch mehr durch die Erfindung des Barometers, erwiesen war, dafs sich luftleere Räume hervorbringen liefsen, bedienten sich die Mitglieder der Akademie zu Florenz hierzu der Torricelli'schen Röhre. Um aber einen hinlänglich grofsen luftleeren Raum zu Versuchen zu erhalten, wurde das verschlossene Ende der Röhre in Gestalt einer Kugel oder einer Phiole aufgeblasen, hierauf alles mit Quecksilber angefüllt, und das offene Ende wie bei der Torricelli'schen Röhre in ein Gefäfs mit Quecksilber gestellt. Dieser sehr unbequemen Art im luftleeren Raume Versuche anzustellen, wurde gewissermafsen durch die Erfindung der Luftpumpe abgeholfen, die *Otto von Guericke*, Rath und Bürgermeister zu Magdeburg, um das Jahr 1650 machte.

Die erste Einrichtung dieser Luftpumpe ist folgende: Der metallene Cylinder (Fig. 3 Taf. XIV) a b ist unten in a c umgebogen, um in demselben bei c einen gläsernen Recipienten d einzusetzen, und luftdicht zu verschliefsen. Am Halse des Recipienten befindet sich bei e ein Hahn, den man verschliefsen kann, damit man den von Luft befreieten Recipienten von der Pumpe abnehmen, und weitere Versuche damit anstellen könne.

Bei g ist eine mit einem Ventile versehene Oeffnung, durch die die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hineintritt, wenn der Kolben i vermittelst der Zugstange i k von a gegen b fortgezogen wird. Etwas höher bei h ist eine andere mit einem Ventile versehene Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Cylinder heraus in die freie Luft tritt, wenn der Rückzug des Stempels gemacht wird. Um das Eindringen der äufsern Luft beim Hahne e und bei der Stelle c mit desto gröfserer Sicherheit abzuhalten, setzte *Guericke* die Pumpe beim wirklichen Gebrauche in ein Gefäfs n o p q, welches so hoch mit Wasser angefüllt war, dafs der ganze Hals des Recipienten, nebst dem Hahne e damit bedeckt wurde. Am Querriegel l m der Zugstange wurde der Stempel von zwei Personen aus- und eingezogen; auch wurden wohl an m und l Seile angebunden, damit im nöthigen Falle eine oder zwei andere Personen angreifen konnten, wenn die Arbeit zuletzt bei starker Verdünnung der Luft in dem Recipienten sehr beschwerlich ward. Mit Hülfe dieser ersten Einrichtung war Guericke im Stande, eine hohle Kugel, wiewohl mit Mühe, ziemlich luftleer zu machen. Seine Versuche mit der Pumpe machte er im Jahre 1654 öffentlich zu Regensburg in Gegenwart des Kaisers Ferdinand's III und mehrerer teutschen Reichsfürsten. Der Churfürst von Mainz Johann Philipp bekam von ihm eine solche Pumpe, welche von *Caspar Schott* (*Mechanica hydraulico-pneumat. Herbipol.* 1657. 4. *in append.* unter dem Titel: *experimentum novum magdeburgicum*) zuerst beschrieben wurde.

Aus Schott's Schrift lernte *Robert Boyle* die Guerick'sche Pumpe kennen. Die daran entdeckten Mängel suchte er mit Hülfe des *D. Hook* zu verbessern und brachte nun eine andere Luftpumpe zu Stande, die er schon im Jahre 1659 bekannt machte. (*New experiments physic omechanical, touching the spring and weight of the air. Oxford.* 1669, und latein: *Nova experimenta physico-mechanica de vi aëris elastica; in opp. T. I.*)

Auf einem hinlänglich festen Fufsgestelle (Fig. 4, Taf. XIV) c d war der Cylinder ab in vertikaler Richtung befestigt, und der eingekittete Recipient h mit einem metallenen Deckel l m, in dem sich ein eingeschliffener Stöpsel n o befand, versehen. Seitwärts dieses Stöpsels ist unten am Deckel ein Haken p angebracht, und wenn man unten am Stöpsel bei o einen Faden befestigt, welcher über den Haken p liegt, so kann man die im Recipienten befindlichen Sachen, die ebenfalls am Faden befestigt sind, in verdünnter Luft durch Umdrehung des Stöpsels von der Stelle bewegen, indem sich alsdann der Faden aufwickelt. Der Stempel wird von unten in den Cylinder gesteckt und an einer gezahnten Stange e, welche in das Getriebe f eingreift, durch die Kurbel g auf und nieder gewunden. Bei diesem angebrachten Mechanismus kann eine einzige Person den Stempel mit geringer Kraft auf und nieder bewegen. Am obern Theile des Cylinders befindet sich ein Loch mit einem kleinen eingeschliffenen metallenen Stöpsel. Oeffnet man den Hahn i und windet den Stempel abwärts, so tritt die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hinein; verschliefst man hierauf den Hahn, und öffnet das Loch k, so wird beim Einwinden des Stempels diese in den Cylinder getretene Luft in das Zimmer getrieben.

Diese Boyle'sche Luftpumpe kann auch als Compressionsmaschine gebraucht werden. In diesem Falle wird nemlich beim Herauswinden des Stempels das Loch k geöffnet, beim Einwinden hingegen verschlossen, und der Hahn i geöffnet. Die Vortheile, welche diese Maschine vor der Guerick'schen voraus hat, bestehen vorzüglich darin, dafs eine ungleich geringere Kraft zum Aus- und Einwinden des Stempels nöthig ist, und dafs weit leichter Körper in den Recipienten gebracht werden können. Uebrigens wurde *Boyle* von seinen Landsleuten für den Erfinder der Luftpumpe gehalten, und deshalb auch der durch die Luftpumpe hervorgebrachte luftverdünnte Raum die Boyle'sche Leere (*Vacuum Boylianum*) genannt. *Boyle* selbst aber gesteht (a. a. O.) *Gueriken* die Erfindung mit Aeufserungen der gröfsten Achtung dafür zu.

An dieser Boyle'schen Luftpumpe setzt jedoch *Guerike* aus, dafs durch den angebrachten Mechanismus zuviel Zeit verloren gehe, und dafs sie nicht vollkommen luftdicht sei. Die Schwierigkeit, der Luft den Zugang zu versperren, sieht selbst *Boyle* als das gröfste Hindernifs zur Verfertigung einer vollkommenen Luftpumpe an. *Guerike* gebrauchte das Wasser als das vorzüglichste Hülfsmittel die Luft abzuhalten, und er war im Stande, die Verdünnung der Luft viel weiter zu treiben, als es *Boyle* bei seinen ersten Versuchen vermochte. Noch ehe *Otto von Guerike* einige Nachricht von der Boyle'schen Luftpumpe erhalten hatte, war er auf eine Abänderung seiner Pumpe gefallen, wobei er theils die Erleichterung der Arbeit, theils eine so viel als möglich vollkommene Ausschliefsung aller äufsern Luft zur Absicht hatte. Die Einrichtung der neuen Pumpe entsprach zwar den Zwecken ihres Künstlers, indessen war sie sehr dadurch beschwerlich, dafs zwei über einander gelegene Zimmer dazu erfordert wurden. Diese Beschwerlichkeit fühlte *Guerike* selbst sehr bald, und verfiel deshalb auf eine einfachere bequemere Einrichtung, die der der Boyle'schen Pumpe sehr ähnlich war, nur mit der Abänderung, dafs die Bewegung des Stempels nicht durch eine Kurbel mit Getriebe, sondern durch einen Hebel bewirkt wird. An der Stelle, wo der Hals des Recipienten in den Stiefel eingekittet ist, befindet sich ein Gefäfs für Wasser, um von dieser Seite und dem Hahne den Zutritt der Luft abzuhalten.

Guerike beschreibt diese Vorrichtung in einer Schrift, die er nach seiner Nachricht in der Vorrede schon am 14ten März 1663 ausgearbeitet hatte, die aber später herauskam. (*Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio. Amst.* 1672, fol. lib. III. cap. 2. sqq.) In Teutschland behielten die Physiker die erste Guerik'sche Pumpe noch lange bei, da die Engländer hingegen sich der Boyle'schen bedienten. Hernach gab *Joh. Christ. Sturm* (*Collegium curiosum. Norimb.* 1676. 4. *tentam.* XIII. p. 100 sqq.) eine Luftpumpe an, die im Wesentlichen mit der Guerik'schen übereinkömmt; nur ist das Ventil h (Fig. 3, Taf. XIV) durch welches die Luft aus dem Cylinder heraustreten mufs, nicht im Cylinder selbst, sondern im Stempel angebracht; die Stempelstange ist hohl, und oben, nicht weit von der Queerstange, ist eine kleine Oeffnung befindlich, wodurch die Luft beim Rückzuge des Stempels heraustritt.

Eine beträchtliche Verbesserung erhielt die Luftpumpe durch den französischen Arzt *Dionysius Papin* (*Nouvelles experiences du vuide. Paris* 1675; auch *Acta erudit. Lips.* 1687 *mens. Jun.* p. 324 sqq.) Dieser verwarf ebenfalls wegen der langsamen Bewegung die Winde, und setzte an deren Stelle eine Art von Steigbügel an die Kolbenstange, die mit dem Fufse niedergetreten, und auch mit demselben wieder in die Höhe gehoben wurde. Er war der erste, der sich des noch jetzt gebräuchlichen Tellers bediente. Daher konnte er schon statt der Recipienten mit einem engen Halse die gebrauchen, die Glocken- oder Cylinderform hatten. Auch schlägt er schon Mittel vor, wie man die in der verdünnten Luft unter dem Recipienten befindlichen Körper, ohne der Luft von aussen den Zutritt zu gestatten, von der Stelle zu bringen vermöge.

Die Einrichtung durch Nachahmung der Fuhrmannswinde den Stempel auf und nieder zu bewegen, wurde von Neuem in Holland bei der Luftpumpe angebracht.

Der Profefsor *Wolferd Senguerd* zu Leiden, brachte eine Luftpumpe dieser Art im Jahre 1697 mit Hülfe eines Künstlers zu Stande, die er aber schon im Jahre 1685 (*Philosoph. natural. Lugd. Batav.*) angegeben hatte. Diese Senguerd'sche Luftpumpe wurde vorzüglich durch *Wolff's* Empfehlung (Nützliche Versuche, Th. I. Halle 1721, 8. p. 112 f.) in Teutschland bekannter. *Leupold* verfertigte sie häufig für teutsche Physiker, und gab eine eigene Abhandlung (deutliche Beschreibung der sogenannten Luftpumpe, Leipzig 1707, nebst zwei Fortsetzungen 1711 und 1714. 4) davon heraus. Auch *Teichmayer* (*Element. philosoph. natural. experiment. Jenæ* 1717, p. 144 seqq.) hat diese Luftpumpe beschrieben.

Senguerd hat ihr statt der gewöhnlichen vertikalen Stellung des Cylinders die von der horizontalen nicht viel abweichende schiefe Lage gegeben. Uebrigens hat sie mit der Boyleschen den langsamen Kolbenzug gemein. Die Luftpumpe selbst ist Fig. 5, Taf. XIV. abgebildet. Der Cylinder a b wird auf dem Fufsgestelle c d in einer gegen den Horizont unter einem kleinen Winkel geneigten Lage befestigt, welcher durch die Röhre g e f mit dem Teller in Verbindung ist. In die gezahnte Stange k greift ein Getriebe an der Axe i ein, wodurch der Stempel mittelst des Kreuzhaspels aus- und einwärts gewunden wird. Am Boden des Cylinders befindet sich ein Hahn h, welcher doppelt durchbohrt ist, so wie ihn Fig. 6 deutlicher vorstellt. Die eine Oeffnung geht nemlich queer durch den Hahn auf die Axe desselben senkrecht, die andere aber nach der Richtung der Axe t s selbst von oben nach unten, jedoch so, dafs sie in ihrem Fortgange nicht völlig bis zu dem durch q gebohrten Weg geht, sondern sich von s nach r seitwärts wendet. Der Griff des Hahns wird mit dem durch q gebohrten Canal parallel gesetzt. Steht alsdann der Hahn so, wie es Fig. 5 vorstellt, so ist der Weg aus der Glocke in den Cylinder offen, durch welchen die Luft beim Auszuge des Stempels in den Cylinder treten kann.

Dreht man darauf den Hahn so weit um, dafs der Handgriff einen Quadranten durchläuft, so ist nun der Cylinder mit dem Canal r s t (Fig. 6) verbunden, durch welchen die vorher in den Cylinder hineingetretene Luft beim Zurückwinden des Stempels in die atmosphärische Luft getrieben wird. Uebrigens kann der Canal s t nach Gefallen mit einem kleinen Stöpsel p (Fig. 5) verschlossen werden.

Um die nöthige Verdünnung der Luft unter dem Recipienten in kürzerer Zeit als bis dahin möglich war, zu vollenden, erfand *Hawksbee* (*Physico mechanical experiments on various subiects. Lond.* 1709, 4; auch *Acta erudit. Lips. suppl.* T. V. p. 403) die doppelte Luftpumpe, oder die mit doppeltem Stiefel. In zwei vertikal stehenden Stiefeln wird nemlich der Kolben des einen Stiefels zugleich ausgezogen, wenn der Kolben des andern hineingetrieben wird, so dafs also bei jedem Auszuge des einen Stempels die Luft aus dem Recipienten ausgesogen, und die vom andern Stempel bereits ausgesogene ins Zimmer fortgeschaft werden kann. Beide Cylinder stehen nebeneinander, die gezahnten Kolbenstangen gehen von oben hinein, und zwischen ihnen liegt ein kleines Sternrad, dessen Zähne in die Stangen eingreifen. An der Axe dieses Rades befindet sich eine Kurbel, an der das Sternrad wechselsweise vor und rückwärts jedes Mal so lange nach derselben Richtung gedreht wird, bis die Kolben die ganze Länge des Cylinders durchlaufen haben. Unten am Boden sind beide Cylinder mit einer engen Röhre vereinigt, von der sich eine andere enge Röhre bis zum Mittelpunkte des Tellers erstreckt. Die Kolben sind mit Blasenventilen versehen, die sich schliefsen, wenn ein Auszug der Kolben erfolgt, aber durch den Druck der in den Cylinder getretenen Luft aufgestofsen werden, wenn der Rückzug der Kolben geschieht. Unten stehn die Cylinder mit ihrer Verbindungsröhre in einer zwei Zoll hohen Cysterne mit Wasser, um das Eindringen der äufsern Luft abzuhalten. Das Gestell ist ein Tisch mit 4 Füfsen, auf dessen Blatte die Cylinder mit einigen Säulen stehn. Vier von diesen Säulen tragen den Teller, und zwei andere ein Queerstück, welches der Axe des Sternrades zur Unterlage dient. *Leupold* (deutliche Beschreibung der Luftpumpe. Fortsetz. 1711, 4. *Acta erud. Lips.* 1714. *Mens. Febr.* p. 95 sqq) machte an der Hawksbee'schen Luftpumpe statt den gezahnten Kolbenstangen mit dem Getriebe, die Einrichtung so, dafs die Stangen, wie bei den grofsen Feuerspritzen, an einem gehörig unterstützten Wagebalken hangen. Dieser Balken ist gleicharmig, und nur so lang, als die Entfernung der Kolbenstangen vom Mittelpunkte der Bewegung es erfordert; an der Axe desselben ist aber noch ein anderer gleichartiger Wagebalken mit dem vorigen parallel angebracht, dessen Arme länger, als die Arme des vorigen sind, und der dazu dient, dafs man jedes Ende desselben mit der Hand angreifen und durch abwechselndes Niederdrücken und Heben die Kolben in Bewegung bringen kann. Die Kolben sind ebenfalls mit Ventilen versehen, die Leupold auf eine vortheilhaftere Art eingerichtet hat. Der ganze Mechanismus dieser Pumpe ist einfach, und erfordert ungleich weniger Aufwand als andere. Nur ist hiebei zu erinnern, dafs die an der Druckstange hängenden Stempel wegen des Bogens, den die beiden Enden der Stange beschreiben, nicht beständig nach vertikalen, sondern nach schiefen Richtungen schieben. Weil die Hähne an den Luftpumpen die Unbequemlichkeit haben, dafs sie bei jedem Auszuge des Stempels anders gedrehet werden müfsen, wodurch die Arbeit verzögert wird, so hat besonders *Gravesande* einen Mechanismus angegeben, der nicht allein zur Bewegung der Kolben dient, sondern auch jedes Mal beim Anfange eines neuen Zuges den Hahn von selbst wieder in die gehörige Stellung versetzt. Er beschreibt zwei Luftpumpen (*Element. philosoph. natural. mathem.* T. II. lib. IV. cap. 4) die er durch den berühmten holländischen Mechaniker *Johann von Musschenbroek*, der sie gleichfalls auseinander setzt (Beschrei-

bung der doppelten und einfachen Luftpumpen, übersetzt von *J. C. Thenn*, Leipzig 1765, 8. französ. als ein Anhang beim *Essai de Physique par P. van Muschenbroek*, *traduit par Massuet*, *Paris* 1739), verfertigen lassen. Die erste ist eine doppelte Luftpumpe, an welchen die Kolbenbewegung, wie bei der Hawksbee'schen, vermittelst eines Getriebes verrichtet wird. An der Axe des Sternrades ist nemlich eine Druckstange angebracht, die aus zwei gleichlaufenden Hebelarmen besteht, so dafs man jedes Ende mit einer Hand angreifen und durch abwechselndes Heben und Niederdrücken dem Kolben die nöthi e Bewegung mittheilen kann. Die beiden Cylinder stehen vertikal, und haben ihre Oeffnung oben, den Boden unten; hier sind sie mit der Röhre verbunden, durch die die Luft aus der Glocke treten mufs. Jeder Cylinder hat unten einen eigenen Hahn, der doppelt durchbohrt ist, und die Griffe beider Hähne sind mit einer horizontal dazwischen liegenden Stange so verbunden, dafs beide alle Mal zugleich auf folgende Art in Bewegung kommen. An der Axe des Sternrades hängt hinterwärts der Pumpe ein Schwengel, der sich in 2 Arme spaltet, und als ein Pendel schwingt, wenn die Pumpe in voller Arbeit ist. Auf der Mitte der Stange, welche beide Hähne verbindet, ist eine besondere Vorrichtung angebracht, welche beim Anfange eines jeden neuen Zugs einen von den Armen des Schwengels ergreift, und auf diese Weise beide Hähne zugleich umdreht. So werden also gleich beim Anfange des Zuges die Hähne in die gehörige Stellung versetzt, und behalten dieselbe im Fortgange des Zuges, weil der Arm des Schwengels die Vorrichtung bald wieder verläfst. Die andere s'Gravesand'sche Luftpumpe ist eine einfache, die sonst der vorigen ähnlich ist. Weil aber das Rad hier nie einen ganzen Umlauf vollendet, so ist nur nöthig, statt des ganzen Sternrades einen Kreissektor zu gebrauchen, dessen Bogen gehörig mit Zähnen versehen ist. Auch steht hier der Cylinder nicht vertikal, sondern hat eine gegen den Horizont geneigte Lage. Diese beiden Pumpen sind übrigens sehr zusammengesetzt, und deshalb nicht allein kostbar, sondern auch dem Bedürfnifs vieler Reparaturen unterworfen. Indessen wird von *Musschenbroek* (*Introduct. in philosoph. natural.* T. II. §. 2120) gerühmt, dafs man mittelst derselben in sehr kurzer Zeit und mit leichter Mühe die Luft stark verdünnen könne, wiewohl er auch eine andere weitere und gröfsere Luftpumpe, die schon 1680 von seinem Vater und Vatersbruder erfunden war, empfiehlt. Auch der Abt *Nollet* hat zwei von ihm erfundene Einrichtungen der Luftpumpe (*Memoires sur les instruments qui sont propres aux experienc. de l'air*; in den *Memoires de l'Academie à Paris* 1740, 1741, und *Leçons de Phys. experiment. Tom.* III. Leç. X.) hat zwei von ihm erfundene Einrichtungen der Luftpumpe angegeben, nemlich eine einfache und eine doppelte. Die einfache kömmt in Hinsicht auf das äufserliche Ansehn mit der Boyleschen und Papin'schen überein. Der Cylinder steht auf seinem Fufsgestelle vertikal, und der Stempel wird wie bei der Papin'schen vermittelst seines Steigbügels mit dem Fufse herunter, und durch eine aufwärtsgehende Stange an einem Handgriffe mit der Hand wieder aufgezogen. Der Hahn ist oberhalb des Cylinders wie bei der Boyle'schen Luftpumpe angebracht, indessen mit dem Unterschiede, dafs hier der Stöpsel k (Fig. 4) nicht nöthig ist, um die Luft aus dem Cylinder zu lassen. Der Nollet'sche Hahn ist nemlich wie der Senguerd'sche doppelt durchbohrt, so, dafs man durch abwechselnde Stellung des Griffs entweder den Cylinder mit dem Teller, oder mit der äufsern Luft in Verbindung bringen kann. Beim Gebrauche dieser Pumpe mufs man also vor dem Niedertreten den Hahn in die eine und vor dem Heraufziehn desselben in die andere Stellung versetzen. Vor die Oeffnung des Hahns setzt *Nollet* ein Ventil, welches zwar die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine äufsere Luft hineinläfst. Die Absicht

dabei ist, das Aufziehn des Stempels zu erleichtern. Ist nemlich der Stempel niedergetreten worden, so tritt aus dem Recipienten in den Raum des Cylinders Luft, welche eine geringere Dichtigkeit, als die äufsere atmosphärische Luft besitzt. Wird hierauf der Hahn so geöffnet, dafs die äufsere Luft mit dem Cylinder in Verbindung steht, so schlüpft die äufsere Luft, wenn kein Ventil da ist, in den Cylinder so lange hinein, bis die innere so dicht als die äufsere ist. Liegt aber das Ventil vor der Oeffnung, so enthält der Cylinder Luft von einer weit geringern Dichtigkeit, als die der äufsern atmosphärischen Luft ist, und der Druck der Atmosphäre von unten auf treibt den Kolben beinahe von selbst wieder zurück, so dafs die arbeitende Person nur wenig nachzuhelfen hat, um den Kolben ganz einzustofsen. Man sieht leicht, dafs diese Pumpe auch als Compressionsmaschine gebraucht werden kann, wenn das Ventil vom Hahne weggenommen wird. Nollets doppelte Luftpumpe kommt in Ansehung der mechanischen Anordnung, die Kolben zu bewegen, mit der Hawksbee'schen überein. Die beiden Cylinder stehen nebeneinander vertikal, in welche die Stempel mit den gezahnten Zugstangen von unten hineingehen, und vermittelst eines Sternrades durch eine lange Kurbel bewegt werden. Gleich über beiden Cylindern ist ein Aufsatz angebracht, worin ein Hahn steckt, der so durchbohrt ist, dafs er beim Hin- und Herwenden bald den einen bald den andern Cylinder mit dem Recipienten in abwechselnde Verbindung bringt. Die Kurbel, die das Rad drehet, drehet zugleich bei jedem Anfange eines neuen Zugs den Hahn gehörig um, und zwar vermittelst eines kurzen Zapfens, der das Ende vom Griffe des Hahns ergreift, solches durch einen Bogen mit herumführt, wodurch eben der Hahn die gehörige Stellung erhält. Hiebei müfsen aber die Kolben selbst sich nicht mit dem Hahne zugleich bewegen, sondern der Hahn mufs jedes Mal schon in seine rechte Stellung gebracht seyn, ehe die Kolben ihre Bewegung anfangen. Aufserhalb Frankreichs ist diese Luftpumpe nicht in Gebrauch gekommen.

Durch die Senguerd'schen, s'Gravesand'schen und Nollet'schen Luftpumpen ist der Gebrauch der Hähne beinahe allgemein eingeführt worden, wovon der Grund wohl darin zu suchen ist, dafs seit der ersten Erfindung diese Arten von Luftpumpen dauerhafter verfertigt, und sowohl zu starker Verdünnung als auch zur Verdichtung der Luft sehr bequem gebraucht werden konnten. Nur in England sind die Ventile allgemeiner gebräuchlich geblieben. Die verschiedenen Mängel, die man bisher an den Luftpumpen mit Ventilen aufgefunden hatte, suchte der englische Künstler *Johann Smeaton* zu verbessern, und sie vorzüglich auch zum Verdichten der Luft einzurichten. Er gab die von ihm erfundene Pumpe im Jahre 1759 (*A letter, concerning some inprovements made in the Air-Pump. Philosoph. Transact.* Vol. XLVII. No. 69) an. Sie ist von *Kästner* (Anfangsgründe der Aerometrie, §. 50 u. f.) und *Karsten* (Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. VI. Pneumatik. Abschnitt V. §. 85 u. f.) sehr deutlich beschrieben. Die Fig. 7, Taf. XIV stellt einen vertikalen Schnitt durch die Axe des Cylinders a b und einer von dem Boden des Cylinders seitwärts horizontal fortlaufenden Röhre c d vor. Der Cylinder a b steht vertikal, in welchen der Kolben von oben hineingeht. Die Kolbenstange ist über doppelt so lang als der Cylinder, und nur am obern Theile mit Zähnen versehen. Um den Zugang der äufsern Luft zum obern Theile des Cylinders abzuhalten, ist dieser bei a o mit einem Deckel verschlossen, durch den die Kolbenstange luftdicht hindurch geht. Das Fufsgestell der Pumpe ist wie ein Tisch mit 4 Füfsen eingerichtet, und die Bänder zwischen den Füfsen, so wie das Tischblatt dienen dem Cylinder zur Befestigung. Auf dem Tischblatte

stehen

stehen 6 Säulen, wovon 2 ein Queerband tragen, dafs der Axe des Trillings zur Unterlage dient, die 4 übrigen aber eine Platte tragen, worauf der Teller befestigt ist, nebst noch einem Schraubengestelle, wenn man unter derselben die Luft verdichten will. Der Kolben hat ein Ventil, welches die Luft nur von unten nach oben durchläfst. Wäre nun die Röhre c d ununterbrochen bis zum Teller der Luftpumpe hinaufgeführt, und wäre der Cylinder bei a o offen, so sieht man, dafs die Pumpe nur zum Verdünnen der Luft dienen könnte. Damit sie aber auch zum Verdichten der Luft zu gebrauchen ist, so hat man die Röhre c d nicht allein vermittelst des angebrachten Hahns e f g h bei d unterbrochen, sondern auch die Einrichtung so gemacht, dafs sich diese Röhre vermittelst des Hahns in 2 Aeste theilt, davon ein jeder nach Gefallen verschlofsen werden kann. Der Kopf k des Hahns ist mit 3 horizontalen Schweifen oder Griffen wie k l versehen, welche am Mittelpunkte k gleiche Winkel miteinander einschliefsen. Die innere Einrichtung des Hahns zeigen Fig. 8 (Taf. XIV) und Fig. 9, welche horizontale Durchschnitte vorstellen, in welchen die Axe der Röhre liegt. In der Fig. 8 ist c d die Röhre, der äufsere Ring die Hülse des Halses, und die innere Kreisfläche der Durchschnitt des körperlichen Hahns selbst, welcher Fig. 9 noch einmal besonders abgebildet ist. Die unbewegliche Hülse Fig. 8 hat drei Oeffnungen d m n. Die eine d hängt mit der Röhre d c zusammen, von m geht eine Röhre hinauf zum Teller, von n aber geht eine andere Röhre zur obersten Oeffnung des Cylinders, und hängt daselbst mit dem innern Raume des Cylinders so zusammen, wie es bei o p q, Fig. 7 (Taf. XIV.) vorgestellt ist. Auch der Körper des Hahns, Fig. 9, ist an drei Stellen, 1, 2, 3 durchbohrt, welche an die Oeffnungen der Hülse d m n pafsen. Von 1 erstreckt sich ein Canal bis 2; von 3 geht ein Canal gegen die Axe des Hahns zu, biegt sich aber bei y aufwärts; so wie es die Fig. 7 bei d y z vorstellt. Mit den Linien V 1, V 2, V 3 sind die drei Schweife des Hahns parallel. Hat nun der Hahn diese Stellung, dafs 1 auf d zutrift, so trift 2 auf m, und 3 auf n zu; mithin ist ein Weg von c durch d und m nach dem Raume unter der Glocke, und ein Weg oben von dem Cylinder bei o durch p q n y bis z offen, so dafs die Luft unten im Cylinder unter dem Kolben, und aufserdem die Luft über dem Kolben mit der äufsern Luft Gemeinschaft hat. So dient also die Pumpe zum Verdünnen der Luft, und deswegen ist auf dem mit V 1 parallelen Schweife des Hahns der Buchstabe E (exantlatio) gestochen.

Wenn der Hahn so gedrehet wird, dafs 3 auf d zutrift, so trift 1 auf m und 2 auf n zu; mithin hat nun die äufsere Luft durch z, y e f mit der Luft unter dem Stempel im Cylinder Gemeinschaft; von der Luft über dem Stempel aber geht ein Weg durch o p q und n m bis zu der Luft unter der Glocke hinauf. In dieser Stellung dient die Pumpe zum Verdichten. Beim Heraufziehen des Stempels tritt die äufsere Luft durch z y d e, öffnet das Ventil f und tritt in den innern Raum des Cylinders unter den Stempel; beim Herabwinden des Stempels stöfst diese Luft das Kolbenventil auf, und begiebt sich in den Raum über den Kolben und wird beim folgenden Auszuge des Stempels durch die Röhre o p q unter den Teller in die Glocke geprefst. Aus dieser Ursache wird der mit V 3 parallele Schweif des Hahns mit dem Buchstaben C (compressio) bezeichnet.

Hat endlich der Hahn diese Stellung, dafs z auf m trift, so ist nun der innere Raum der Glocke mit der äufsern Luft selbst verbunden, und eben diese Stellung dienet, die Luft wieder unter die Glocke zu lafsen, wenn sie ausgeleert, oder sie heraus zu lafsen, wenn sie verdichtet war. Daher hat der mit V 2 parallele Schweif kein Zeichen.

Durch diese Einrichtung des Hahns erhielt *Smeaton* bei den Luftpumpen mit Ventilen den Vortheil, sie nicht nur zum Verdünnen, sondern auch zum Verdichten der Luft zu gebrauchen. Aufserdem gewährt der Deckel, welcher den Cylinder oben bei a o verschliefst, noch den Vortheil, dafs von oben keine Luft über den Stempel eindringen kann. Dieserwegen ist auch an der Oeffnung o ein drittes Ventil angebracht, welches wohl die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine hineinläfst, indem weder beim Verdünnen noch beim Verdichten Luft eingeht. Die eingehende Luft würde aber beim Verdünnen sowohl als Verdichten hinderlich seyn. In beiden Fällen nemlich würde sie durch ihre Elasticität das Hinaufwinden des Stempels erschweren, indem beim Verdünnen die atmosphärische Luft in den Cylinder, und beim Verdichten die unter der Glocke sehr stark verdichtete Luft über den Stempel treten würde.

Auch die Ventile hat Smeaton beträchtlich verbefsert. Im Bodenstücke des Cylinders befindet sich eine runde Vertiefung f f, mit der die Röhre c d zusammenhängt. Diese Vertiefung ist im Durchmefser dreimal weiter als die Röhre c d, und über ihre obere Oeffnung ist die Ventilblase gespannt. Durch diese Einrichtung wird also der Druck der Luft gegen die Blase 9 Mal stärker, als wenn das Ventil wie bei der Hawksbee'schen Luftpumpe eingerichtet wäre, damit aber der Druck der Luft diese Blase nicht zerreifse, so bringt Smeaton über der Oeffnung f f ein zartes Netz von Metall an, welches aus sieben Sechsecken bestehet, wovon ihrer sechs um das siebente in der Mitte befindliche herumliegen. Dieses Netz befindet sich in der Mitte einer metallenen Scheibe, welche auf dem Boden des Stiefels liegt, und über welche eben die Blase gespannt ist. Schliefst nun der Stempel an das Ventil allenthalben genau an, so mufs nothwendig alle Luft unter dem Kolbenventil hinauftreten. Zu dieser Absicht ist in der Mitte der ebenen und glatten Grundfläche des Kolbens eine kleine Oeffnung γ; über welcher das Kolbenventil liegt. Durch den darüber liegenden Theil des Kolbens gehen die paar kleinen Oeffnungen α und β hindurch, um die Luft hinaufzulafsen. Bei dieser Einrichtung bleibt zwar allerdings ein Theil der im Cylinder befindlichen Luft unterhalb des Kolbens sitzen, der aber nur den kleinen Kanal γ ausfüllt. Wäre bei o kein Ventil befindlich, so würde die unter dem Kolben zurückbleibende Luft mit der äufsern gleiche Dichtigkeit haben. Weil aber das Ventil bei o alle äufsere Luft abhält, also der obere Raum beinahe luftleer ist, so wird der zurückgebliebene Theil Luft in γ das Kolbenventil so lange heben, und sich ausbreiten, bis sie nur noch gleiche Dichtigkeit mit der Luft unter der Glocke hat. Wie wichtig das Ventil bei o ist; wird man auf folgende Art deutlich einsehn. Verhielte sich der Raum, indem die Luft von gleicher Dichtigkeit mit der atmosphärsichen Luft unter dem Kolben zurückbleibt, zum ganzen Raume des Kolbenzuges, wie 1: m, so würde diese Luft, nachdem der Stempel hinaufgewunden worden, m Mal dünner seyn, als die äufsere, und wenn alsdann die Luft unter der Glocke schon eben so stark verdünnt wäre, so könnte in den Cylinder nichts mehr hineintreten, und die Verdünnung liefse sich nicht weiter treiben. Ist hingegen das Ventil in o da, so wird die schon m Mal verdünnte Luft in g noch m Mal verdünnt und nun kann die m Mal dichtere Luft in der Röhre c d das Bodenventil noch recht gut aufstofsen. Zuletzt kömmt noch alles darauf an, dafs der Stempel oben am Deckel des Cylinders in seinem höchsten Stande recht genau anschliefst, und dafs zwischen dem Ventil o und dem Kolben so wenig Luft als möglich ist, stecken bleibt, weil sie daselbst mit der äufsern einerlei Dichtigkeit hat. Gesetzt es bleibe bei o ein Raum, der r Mal kleiner ist, als der Raum des Kolbenzugs, so wird sich doch die zurückgebliebene Luft, wenn der Kolben herabgewunden wird, durch den ganzen Raum

des Kolbenzugs ausbreiten, und r Mal dünner werden, als die äufsere Luft. In dem Raume γ also wird die zurückbleibende Luft ebenfalls r Mal dünner als die äufsere Luft seyn. Ist nun dieser Raum g m Mal kleiner als der Raum des Kolbenzugs, so wird die darin befindliche Luft, wenn der Kolben ganz wieder in die Höhe gewunden ist, r + m Mal dünner als die äufsere Luft seyn, bis auf diese Grenze wird sich die Verdünnung unter der Glocke auch treiben lafsen.

An der Smeaton'schen Luftpumpe sind nachher verschiedene Verbefserungen angebracht; nach den von *Nairne* und *Bluest* gemachten ist sie vom Hofrath *Lichtenberg* (Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre, Göttingen 1794. Nach der Vorrede) beschrieben. Ihren äufsern Bau giebt die Fig. 10, Taf. XIV. Der Cylinder e d nebst der mechanischen Anordnung der Kolbenbewegung durch die Kurbel B und Zahnstange C ist wie vorher ungeändert. Aus dem untern Ende des Cylinders geht ebenfalls die Röhre e d c ununterbrochen in das metallene Stück c b, das wie eine Stange aussieht, aber eigentlich eine Röhre ist, welche unter dem Teller A der Luftpumpe fortläuft, und sich bei o in das Loch des Tellers öffnet; aus dem obern Ende des Cylinders aber geht die Röhre g h durch einen ähnlichen Canal e k in den Teller. Statt des unten liegenden Smeaton'schen Hahnes sind zwei gewöhnliche Senguerd'sche Hähne zu mehrerer Bequemlichkeit oben bei m und n angebracht. Haben diese Hähne die Stellung wie die Figur zeigt, so steht nun der Canal c b mit dem innern Raume der Glocke in Verbindung; o k aber ist von der Glocke abgeschnitten, und dagegen mit der Büchse i verbunden, auf welcher auf der abgewandten Seite ein Loch in die freie Luft geht. Auf diese Weise ist nun die Pumpe zum Verdünnen eingerichtet; denn sobald der Kolben aufgewunden wird, so trift die unter der Glocke befindliche Luft durch den Canal a b c d E in den luftleeren Stiefel, welche beim Niederwinden durch das Kolbenventil über den Kolben sich begiebt, und beim abermaligen Auswinden des Stempels durch den Canal D h g e in die freie Luft getrieben wird. Werden aber die Hähne um 1/4 des Cirkels gedrehet, so ist der Canal c b von der Glocke abgeschnitten, und mit der freien Luft verbunden; o k hingegen hat mit dem innern Raume der Glocke eine Gemeinschaft. Diese Stellung der Hähne macht also nun die Pumpen zum Verdichten geschickt; denn beim Aufwinden des Stempels begiebt sich die äufsere Luft durch den Canal c d e F in den Stiefel, welche beim Niederwinden durch den Canal D g h k a unter die Glocke getrieben wird. Auf den Hähnen sind Striche mit E und C eingestochen, welche als Zeichen dienen, wie sie stehn müfsen, um zu exantliren, oder zu comprimiren. Durch die Hähne könnte man auch zur verdünnten Luft wieder äufsere hinzu, und die verdichtete hinaus lafsen; um sie aber zu schonen, ist zur Seite des Canals o k die luftdichte Schraube k angebracht, welche man öffnen, und so den innern Raum der Glocke mit der äufsern Luft verbinden kann.)

Statt der Blase ist zu den Ventilen ein angeschraubtes Stück Wachstaffent, mit 4 Zipfeln angewandt. Der Kolben besteht aus zwei Stücken, deren unteres gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere schief durchbohrt ist. Beide sind durch zwischenliegendes Leder am Rande fest verbunden; in der Mitte aber lafsen sie zwischen sich einen kleinen Raum, damit sich das Ventil heben könne. Bei allen diesen angebrachten Verbefserungen behält doch noch diese Luftpumpe den Fehler, dafs die Verdünnung der Luft nur bis auf eine gewifse Grenze statt finden kann, wenn nemlich die verdünnte Luft nicht mehr Kraft genug hat, das Ventil zu öffnen. Um aber auch diesen zu vermeiden, haben die Herren *Hurter* und *Haas* ein Pedal mit eigenen Vorrichtungen am Boden des Stiefels angebracht, womit das Bodenventil durch

Treten geöffnet, und der auch noch so stark verdünnten Luft der freie Durchgang verstattet wird. Beschreibungen hievon geben *Cavallo* (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXI. for. 1783, P. II. p. 435 sqq.) und *Lichtenberg* (Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. III. St. 1, S. 97 u. f.) Die Einrichtung des Herrn Haas ist einfacher, als die des Herrn Hurter, und Fig. 11, Taf. XIV abgebildet. An dem untern Theile a b des Stiefels ist ein Stück Messing, c c d e f mit einem weiten Canale durch Schrauben mit Ledern befestigt. An dieses ist ein anderes Stück g mit der daran gelötheten Röhre h, welche nach dem Teller hinaufgeht, angeschraubt. Ueber der untern Oeffnung der Pumpe ist ein Stück geölter Taffent ausgespannt, welches 6 Löcher hat, und vermittelst eines messingenen Ringes in das Stück c d e eingesetzt ist. In dem Canale d e befindet sich der Stempel k i r, welcher unten bei r in den Hebel o m eingesetzt ist, der sich um m drehet. Durch die Mitte des Stempels geht ein Stück Messing, um welches lederne Scheiben liegen, die bis an die Scheiben r und k reichen. Die Axe des Stempels ist bis zur Mitte durchbohrt, wo sich eine Seitenöffnung befindet, die mit der Röhre h Gemeinschaft hat. Endlich ist unten bei k in einem noch übrigen kleinen Raume eine Spiralfeder angebracht, die den Stempel hinaufdrückt. Ist der Stempel in Ruhe, so bedeckt der Taffent oben bei r die Oeffnung; es ist also dadurch die Communikation des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke ganz abgeschnitten; tritt man aber auf o, wodurch sich der Stempel ein wenig herabbegiebt, so ist er nun mit dem Taffent bei r nicht mehr in Berührung, und die Luft kann ungehindert durch r und durch die Löcher des Taffents in den Stiefel treten. An dieser Einrichtung bemerkt indessen Lichtenberg, daſs sie die gehoffte Wirkung nicht thue, wenn nicht durch die beiden noch übrigen Ventile ein eben so freier Durchgang der Luft verschaft werde.

Da alle bisherigen Bemühungen, die Luftpumpen sowohl mit Hähnen als Ventilen dem Zweck vollkommen entsprechend zu verfertigen, fruchtlos waren, so gab in Holland *Johann Cuthberson* eine eigene Einrichtung (Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, aus dem Engl. übersetzt, in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, B. IV. St. 1 und St. 2, Leipzig 1788, gr. 8. p. 83) an, bei der er alle Fehler vermieden zu haben glaubte, und deren Wesentlichstes im Folgenden besteht: Ueber dem Cylinder (Fig. 12, Taf. XIV) a b befindet sich eine Lederbüchse c, durch welche die Stange des Stempels luftdicht hindurchgeht, und über derselben noch ein Gefäſs d mit Oel. Auch n ist eine Oelbüchse, welche das Oel aufnimmt, das mit der Luft beim Rückzuge des Stempels durch den Canal q q getrieben wird. Ist diese Büchse voll Oel, so geht es in das Gefäſs d durch den Canal m über. o p ist ein Draht, der dienet, den Canal q q als Stöpsel luftdicht zu verschlieſsen. Die durch den Canal q q getriebene Luft stöſst ihn in die Höhe, worauf er alsdann durch sein eignes Gewicht wieder herabfällt, und die Oeffnung des Canals verschlieſst. Ein Paar Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Diese Vorrichtung vertritt die Stelle des sonst gewöhnlichen Ventils im Deckel des Cylinders. Im Boden des Stiefels ist in der Mitte ein Loch durchgebohrt, um Gemeinschaft des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke durch den Canal r zu erhalten. Diese Communikation wird durch folgende Einrichtung unterbrochen. Die Stange e e des Stempels ist hohl, und enthält die dünnere Stange f g, an deren unterm Ende ein langer Stift k l ist, der bei l einen Queerstift besitzt, der breiter als die engste Oeffnung des im Boden eingebohrten Loches ist. Diese Stange f g geht durch eine Lederhülse im mittlern Theile des Stempels, und läſst sich darin luftdicht hin- und herschieben. Wird nun der Kolben in die Höhe

gezogen, so verstattet der Queerstift unten bei l die Stange f g nur bis zu einer gewissen Höhe mitzunehmen; alsdann hat der Cylinder mit der Glocke durch die Röhre r Gemeinschaft, es kann also die Luft unter der Glocke in den Cylinder treten. Wird hierauf der Stempel wieder niedergedrückt, so nimmt die in den Cylinder getretene Luft einen Ausweg durch den Stempel; zugleich wird bei dem Zurückziehen des Kolbens die Stange g f niedergestofsen, so, dafs ihr Ende bei k die Oeffnung im Boden verschliefst, und daher die Communication des Cylinders mit der Glocke aufhebt.

Der Stempel besteht aus zwei Stücken, einem äufsern und einem mittlern. Das mittlere, an dem die Zugstange sitzt, ist konisch, und hat an der untern breitern Fläche einen hervorragenden Rand. Das äufsere Stück ist genau nach der Form des mittlern und seines Randes ausgehöhlt. Wird nun der Stempel aufgezogen, so schliefst das mittlere Stück genau in die Höhlung des äufsern, und es kann daher keine Luft von oben hinein in den Cylinder dringen; wird er aber niedergestofsen, so giebt sich das mittlere Stück aus dem äufsern heraus, so weit es der etwas hervorragende Rand h h erlaubt, und nun ist der Luft im Cylinder der freie Durchgang durch den Kolben verstattet. Diese Einrichtung, so fein ausgedacht sie auch ist, läfst doch immer noch bei jedem Kolbenzuge etwas Luft zurück, indem der Kolben oben nicht ganz genau anpafst, und die daselbst befindliche Luft den Draht o p in die Höhe stofsen mufs. Es wird daher die Verdünnung der Luft auch hier nur bis zu einer gewissen Grenze gehen können, wenn nemlich die über dem Kolben zurückgebliebene Luft nicht mehr vermögend ist, den Draht p o aufzustofsen. Ueberdem erfordert diese Luftpumpe, besonders was die Einrichtung des Stempels betrifft, eine solche genaue Bearbeitung, die man von dem Mechaniker von Profession nicht alle Mal erwarten kann.

Schrader in Kiel (Beschreibung einer neuern und vollkommnern Einrichtung der Luftpumpe, Flensburg und Leipzig 1791, 8.; im Auszuge in Grens Journal der Physik, B. III, p. 357 u. f.) hat durch Anwendung der gewöhnlichen Büchsenventile, wobei Alles durch äufsere Kräfte bewegt wird, den bekannten Fehlern an den Luftpumpen abzuhelfen gesucht. Die Verbesserung brachte er an einer Smeatonschen Luftpumpe an, die er so eingerichtet hatte, dafs sie blos sowohl beim Auf- als auch beim Niederwinden des Stempels zur Verdünnung diente, die Veranstaltung zum Comprimiren aber gänzlich wegfiel. Der Stiefel ist 22 Zoll lang, und hat 3 Zoll im Durchmesser. Der Stempel (Fig. 13. Taf. XIV) c ist nicht durchbohrt. Auf der Breite der gezahnten Kolbenstange sind Stifte immer 3 Zoll weit von einander aufgesetzt, welche in der Figur mit Punkten bezeichnet sind. Diese Stifte dienen, den 12 Zoll langen Hebel gleichsam stofsweise niederzudrücken. In dieser Absicht ist er um seinen Ruhepunkt h beweglich, den er an einer von den Säulen hat, die den Teller tragen. Von diesem Hebel g geht eine Schnur über zwei Rollen herab, wie es die Figur zeigt. Nicht weit vom untern Boden des Cylinders befindet sich seitwärts ein metallenes Kegelventil; die Spitze des Kegels ist gegen den Cylinder gekehrt, und auf der Basis desselben ist ein Drath eingeschraubt, an dessen Ende der vom Hebel g über die beiden Rollen herabgehende Faden befestigt ist. Uebrigens wird der Kegel von einer in der 4 Zoll langen und 1 Zoll breiten Röhre p befindlichen Spiralfeder, welche sich gegen den angeschraubten Deckel stemmt, in die Oeffnung des Ventils geprefst. Wenn demnach beim Niederwinden des Stempels der Hebel g niedergedrückt wird, so

öffnet sich dadurch das Ventil, durch welches die Luft aus dem Cylinder ins Freie geht. Die obere Oeffnung des Cylinders ist verschlossen, und die Kolbenstange geht bei d in ledernen Scheiben. Auf dem Deckel ist ein Ventil f angebracht, welches dem bei p vollkommen gleich ist. Von dem Drahte dieses Kegels geht eine Schnur bis an das vordere Ende eines Hebels i hinauf, der seinen Ruhepunkt dicht unter dem Kasten, in welchem das Getriebe zur Bewegung der gezahnten Stange befindlich, in x hat, und an seinem äufsersten Ende von Stiften ergriffen wird, welche auf der Hinterseite der Stange aufgesetzt sind. Wenn also der Stempel in die Höhe gewunden wird, und die Stifte der Stange den Hebel i ergreifen, so hebt sich dieser, und mit ihm zugleich der Kegel des Ventils; daher denn die Luft in dem Cylinder über dem Kolben einen freien Ausweg findet. Damit aber dieser Hebel beim Niederwinden des Stempels nicht wieder ergriffen werde, hat er in der Mitte bei i ein Gelenk, so, dafs blos der vordere Theil des Hebels niedergedrückt wird, und eine unten befindliche Feder ihn wieder in seine vorige Lage versetzt; der hintere Theil aber auf einer Unterlage horizontal erhalten wird. An der andern Seite des Cylinders ist ein drittes Ventil angebracht, so, dafs die Oeffnung desselben von der innern Deckelwand des Cylinders genau so weit entfernt ist, als die Höhe des Kolbens ausmacht. Bei diesem Ventile ist die Grundfläche des Kegels gegen den Cylinder gerichtet, und die kleine Röhre k inwendig genau ausgebort und geschliffen, damit ein kleiner Stempel darin vollkommen anschliesse. Das Stück Messing, in das der Kegel pafst, ist aufwärts vertikal durchbort, so, dafs beim aufgestofsenen Kegel eine Verbindung des Cylinders mit diesem durchborten Kanal Statt findet. Auf dieses Stück läfst sich eine Röhre aufschrauben, die mithin eine Gemeinschaft mit dem Cylinder haben kann. In die Spitze des Kegels ist eine kleine metallene Stange eingeschraubt, an der der kleine Kolben befestigt ist, der in der Röhre k genau anschliefst, und vermittelst des Knopfs l hin und her bewegt werden kann. An diesen kleinen Kolben stemmt sich auch die in der Röhre k befindliche Spiralfeder, wenn sie das Ventil aufstöfst, welches sonst von jener im ruhigen Stande angezogen wird. Am Ende dieser Röhre k befinden sich noch ein paar lederne Scheiben, durch welche die kleine metallene Stange hindurchgeht, und welche vorzüglich dazu dienen, dafs die äufsere Luft auf den kleinen Kolben nicht drücken, und den Kegel wieder aufstofsen könne. Uebrigens müssen bei allen Ventilen die Grundflächen der Kugel mit der inwendigen Seite des Cylinders genau zusammen fallen, so, dafs sie einerlei Fläche mit derselben bilden, und keine Erhöhung oder Vertiefung entstehet. Wenn der Stempel aufgewunden wird, und vollkommen am Deckel des Cylinders anschliefst, so wird sogleich eine Gemeinschaft mit dem innern Raume der Glocke, und dem des Cylinders entstehen, sobald der Knopf l des obern Seitenventils hineinwärts gedrückt wird; mithin kann nun die Luft aus der Glocke in den Cylinder treten. Diese Gemeinschaft wird aber nach Nachlassung des Drucks an dem Knopfe l aufgehoben. Beim Herabwinden des Stempels ergreifen alsdann die Stifte an der Zahnstange den Hebel g, wodurch das Ventil bei p stofsweise geöffnet wird, so, dafs die unter dem Kolben befindliche Luft einen Ausweg findet. Während dieses Herabwindens ist über dem Kolben im Cylinder ein leerer Raum entstanden; öffnet man also wieder das Seitenventil bei k, so gehet von Neuem Luft aus der Glocke in den Cylinder über. Wenn hierauf das Aufwinden des Stempels zum zweiten Male erfolgt, so ergreifen die Stifte an der Hinterseite der Zahn-

stange den Hebel i, wodurch das Ventil oben bei f sich öffnet, und der über dem Kolben befindlichen Luft einen Ausweg verschafft. Herr *Schrader* versichert, dafs diese Pumpe der erwarteten Wirkung vollkommenes Genüge geleistet habe.

Wrede hat eine andere Einrichtung der Luftpumpe (Berliner Journ. für Aufklärung, B. VII, St. 1, Aprill 1790; *Voigt's* Magazin für d. Neueste aus der Physik u. s. w, B. VII, St. 1, p. 117 f.) angegeben, bei der, statt des sonst gewöhnlichen Hahns oder Ventils eine sogenannte Rohrwalze gebraucht wird. Diese besteht in einer metallenen Scheibe, welche in ihrem Innern zwei ovale Gruben hat, die mittelst eines halbzirkelförmigen Kanals mit einander verbunden sind. Dieser Kanal giebt, je nachdem er so, oder anders gelegt wird, bald die Gemeinschaft, bald die Hemmung derselben zwischen Glocke und Stiefel. In eben dieser Rohrwalze befindet sich aufser den Gruben, noch ein ganz hindurchgehendes Loch, welches um 45 Grade von der einen Grube entfernt ist, und dazu dient, dafs der inwendige Raum des Stiefels mit der freien Luft Gemeinschaft haben kann. Der Stiefel selbst steht vertikal unter der Mitte des Tellers, und in der Röhre, welche zwischen ihm und dem Teller sich befindet, liegt die Rohrwalze. Ihr Spiel wird mittelst eines mehrmals gebrochenen Hebels bewirkt, dessen eines Ende an ein Steigrad angebracht ist, das zu gleicher Zeit herumgedrehet wird, wenn die Kurbel die Kolbenstange aus dem Stiefel zieht, und solche wieder hinein treibt. Der zunächst dem Kolben befindliche Theil der Kolbenstange ist bis auf eine Länge, die der Länge des Stiefels gleich ist, blos prismatisch; alsdann aber ist ein Rahmen in Gestalt eines Rechtecks an ihr befestigt, von welchem die langen Seiten an ihren innern Theilen, wie bei einer Fuhrmannswinde, gezahnt sind. Durch diesen Rahmen geht die Axe der Kurbel, in welcher ein Schlüsselrad oder ein Kreisbogen von 145 Grad befestigt ist, auf dessen vordern Theile Zähne stehen, die zwischen die Zähne des Rahmens eingreifen, und bei ihrer Bewegung den Kolben auf und niederziehen. An dem der Kurbel entgegengesetzten Ende befindet sich das oben erwähnte Steiggrad; die Kolbenstange tritt an der Seite,' die in das Innere des Stiftes geht, etwas aus dem Kolben hervor, und bewirkt dadurch, dafs der Raum in der Leitröhre zwischen der Oeffnung der Rohrwalze und dem Stiefel zu der Zeit völlig angefüllt wird, da der Kolben in den Stiefel zurückgetrieben ist. Durch diese Einrichtung wird aller Raum vermieden, in dem sich die Luft aufhalten könnte, die bei Ausziehung des Kolbens wieder in die Glocke zurücktreten würde. Um mit dieser Pumpe sowohl die Luft zu verdünnen, als zu verdichten, ist weiter nichts nöthig, als die Kurbel bald nach dieser, bald nach jener Richtung zu drehen; auck kann man durch ein solches blofses umgekehrtes Drehen, ohne einen Hahn zu gebrauchen, sogleich wieder Luft unter die Glocke lassen.

S. J. W. Reiser zu Mühlhausen (Nachricht von einigen Vorrichtungen bei phys. Experimenten, besonders von einer befsern Luftpumpe, als die bisherigen, Basel 1790, 8., im Auszuge im Gothaischen Magazin f. d. Neueste aus der Physik u. s. w. B. VII, St. 2, p. 49 u. f.) hat die Luftpumpe des Herrn *Cuthberson* zu verbessern und einfacher einzurichten gesucht. Aber im Ganzen ist von der Cuthberson'schen Maschine wenig beibehalten. Die Reisersche Luftpumpe ist eine doppelte, bei der es besonders auf den Mechanismus ankommt, das Bodenventil zu öffnen. An dieser Luftpumpe sind sowohl die metallenen Stangen, welche in die Oeffnung einfallen, als auch der Kegel im

Kolben ganz weggelassen, und statt derselben im Boden und im Kolben Kegelventile angebracht. Das konische messingene Ventil (Fig. 1, T. XV,) a b im Kolben besitzt ein Stielchen von 1 1/2 Zoll Länge, welches das Ventil auf die Seite zu fallen verhindert, indem es selbst in einer Höhlung steht, die nur so weit ist, dafs es sich frei auf- und unterwärts bewegen kann. (Die Stempel der beiden Stiefel passen übrigens sehr genau auf den Boden, und lassen keinen Raum, wie bei der Cuthberson'schen, aufser einem kleinen leeren Ringe, welchen die 1/4 Linie überstehenden Leder an der untern Platte des Stempels verursachen, welcher aber kaum 1/2 Linie dick ist.) Auch kann keine Luft, wenn sie ein Mal über den Stempel ist, wieder nach dem Boden kommen, das bei der Cuthberson'schen unvermeidlich ist. Die Cylinder sind oben nicht geschlossen, und die Stempel tragen daher beim Aufwinden das ganze Gewicht der Atmosphäre. Herr *Reiser* aber glaubt, dafs dies der Cuthberson'schen Pumpe keinen Vorzug gebe, weil der Druck der Luft kaum so viel betrage, als das Reiben der Lederbüchsen an den Stangen. Aufserdem werde dadurch das Hinabstofsen der Kolben erleichtert, und ein Stempel ersetze dem andern diesen Aufwand an Kraft. Damit das Bodenventil d e auch bei dem äufserst verdünnten Grade der Luft sich noch heben müsse, ist unter jedem Stiefel eine messingene Büchse t m o u mit Schrauben befestigt. In dieser Büchse ist ein kleiner gabelförmiger Hebel t u angebracht, welcher in das Stempelchen des Ventils bei u eingreift. An diesem Hebel ist ein Wellbaum, der durch die mit Leder ausgekleidete messingene kleine Büchse t e geht. Bei e ist wieder ein Hebel e f und f i an den Wellbaum eingesteckt. Hier ist ein anderer Hebel i Q, welcher in seinem Ruhepunkte S durch einen Stift an das Brett der Maschine befestigt ist. Von dem Ende Q geht durch den hölzernen Pfeiler der Maschine ein metallenes Stempelchen, welches unten bei Q mit i Q durch ein Gewerbe verbunden ist. Oben greift dieses Stempelchen wieder in einen Hebel, der auch in der Mitte einen Stift hat, und von 2 Stahlfedern auf- und niedergedrückt wird; das andere Ende dieses Hebels pafst in eine in die gezahnte Stange gefeilte Vertiefung. Wird nun der Stempel durch Hülfe der gezahnten Stange in die Höhe gewunden, so mufs das Ende dieses Hebels aus der Vertiefung der gezahnten Stange heraus; die Stange glitscht an ihm hinauf, drückt also das andere Ende des Hebels, und hiemit zugleich das durch den Pfeiler hinuntergehende Stempelchen niederwärts; dieses wirkt vermittelst des Hebels Q i durch die Lederbüchse T e auf den daselbst befindlichen gabelförmigen Hebel d u, und hebt das Ventil c in die Höhe. In dem andern Stiefel geschieht gerade das Gegentheil, und so öffnen und schliefsen sich die Ventile mit Gewalt wechselsweise. Damit die Leder in der Büchse feucht bleiben, hat Herr *Reiser* oben an dem Theile, welcher der gröfsern Büchse aufserhalb vorsteht, ein kleines Loch bohren lassen, durch das man zuweilen einen kleinen Tropfen Oel einfallen läfst.

Mit dieser Pumpe, die *Reiser* blos zum Verdünnen der Luft eingerichtet hat, geht die Ausleerung weit schneller von Statten, als mit der Cuthbersonschen.

Alle bisher beschriebene Abänderungen der Luftpumpen von der ersten Erfindung an sind zwar sehr sinnreich, aber auch sehr zusammengesetzt, und deswegen kostbar und öftern Reperaturen unterworfen. Unstreitig bleiben die Luftpumpen mit Hähnen die einfachsten und dauerhaftesten Werkzeuge dieser Art; alles kömmt dabei nur darauf an, den sogenannten schädlichen Raum entweder gänzlich zu vermeiden, oder ihn doch wenigstens

nigstens so gering als möglich zu lassen. Vorschläge zum ersten hat bereits *Lichtenberg* (Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. B. III, St. 3, p. 107 f.) gegeben, wobei er den Hähnen aber eine andere Stelle als sie sonst haben, angewiesen. In dem starken Deckel a a des Stiefels b (Fig. 2, Taf. XV,) werden die beiden konischen Zapfen c und l genau eingeschliffen, so, dafs sie die Oeffnungen im Stiefel und die Röhre k und n völlig verschliefsen. Die Hälse dieser Zapfen sind mit Schraubengängen versehen, die in Schraubenmutter passen, die am Deckel des Cylinders befindlich sind. Werden nun diese Zapfen durch Hülfe der Schlüssel g und h gedrehet, so schrauben sie sich ein wenig in die Höhe, wodurch die Verbindungen zwischen dem Stiefel und den Röhren k und n geöffnet werden, deren erste unter die Glocke, die letztere in die freie Luft geht. Wird hierauf der Stempel ausgezogen, und zuerst der Hahn c geöffnet, so tritt die Luft aus der Glocke in den Stiefel. Darauf verschliefst man den Hahn c, und öffnet den andern l, wodurch beim Einstofsen des Stempels die Luft aus dem Cylinder durch den Kanal n in die freie Luft geht. Wenn der Stempel an den Boden des Stiefels genau anschliefst, und die Hähne c und l in der innern Fläche des Deckels keine Vertiefungen oder Erhöhungen machen, so ist dadurch der schädliche Raum gänzlich vermieden. Der gröfsere Hahn c steht zu besserer Abhaltung der äufsern Luft in der Lederbüchse e, welche bei dem Hahne l nicht nöthig ist. Man sieht übrigens leicht; dafs auch diese Einrichtung zur Verdichtung der Luft dient, wenn mit der Stellung der Hähne auf die entgegengesetzte Art abgewechselt wird.

Eine andere sehr bequeme Einrichtung einer Luftpumpe mit Hähnen gab *v. Marum* (*Descriptions de quelques appareils chemiques nouveaux ou perfectionnés de la fondation Teylerienne et des experiences faites avec ces appareils p. Mart. van Marum à Haarlem* 1798. gr. 4.) an, durch die man sehr schnell einen merklich grofsen Raum so leer als es durch die Pumpen möglich ist, machen kann, und die man zugleich zum Comprimiren anwenden kann. Der Cylinder dieser Maschine ist 25 Zoll hoch und 3 1/2 Zoll weit, und steht vertikal. Der Stempel wird an einer gezahnten Stange durch ein Getriebe mittelst eines Kreuzhaspels auf und nieder gewunden. Die vertikale Stellung des Cylinders hat dem Herrn *van Marum* den Vortheil verschafft, den Hahn, der sonst gewöhnlich mit der Hand gedrehet werden mufs, mittelst des Fufses durch eine eigene Vorrichtung zu drehen. Ueber dem vordern Theile des Hahns Fig. 3, Taf. XV, wird eine Stange a b von 6 Zoll Länge angebracht, und auf dieselbe ein dreiarmiges metallenes Stück befestigt, dessen Figur aus der Fig. 4, Taf. XV, deutlich erhellt. Wenn Fig. 3, Taf. XV, a b vertikal steht, so macht alsdann der Hahn mit dem innern Raume des Cylinders und dem Raume der Glocke eine Verbindung, und es kann nun der Stempel in die Höhe gewunden werden. Hierauf wird der Hahn auf folgende Art verschlossen: Man stemmt den Arm c, und drehet hiemit den Hahn gegen die Rechte zu. Der Arm Fig. 4, d berührt den Boden der Maschine, wenn der Hahn um den vierten Theil seines Umkreises ist gedrehet worden, in welchem Falle alsdann der Hahn mit der äufsern Luft in Verbindung steht, und folglich durch Einwinden des Stempels die aus der Glocke ausgepumpte Luft fortgeschafft werden kann. Sobald nun der Stempel den Boden der Luftpumpe erreicht hat, dreht man den Hahn mittelst des Fufses wieder in die vorige vertikale Stellung. Damit aber der Hahn nicht weiter, als in die vertikale Stellung gehen könnte,

ist oben an der Stange Fig. 3, a b, und an der Grundfläche der Maschine eine metallene Kette befestigt. Diese beschriebene Bewegung des Hahns mit dem Fuſse ist so leicht auszuüben, daſs der, der die Pumpe dreht, in sehr kurzer Zeit eine solche Geschwindigkeit darin erlangen kann, daſs der Experimentator gar keine Aufmerksamkeit mehr darauf zu richten hat.

Eine andere Verbesserung, die der Herr *van Marum* an den gewöhnlichen Luftpumpen gemacht hat, besteht darin, daſs der Stempel an den Boden der Luftpumpe sehr genau anschlieſst, welches verursacht, daſs in der Luftpumpe so wenig als möglich Luft zurückbleibt. Der Boden der Luftpumpe, so wie die Grundfläche des Stempels sind zu dieser Absicht vollkommen eben. An das unterste Ende des Cylinders ist nicht, wie bei den gewöhnlichen Luftpumpen, der Boden angelöthet, sondern er schlieſst vermittelst eines daselbst herumlaufenden Randes (Fig. 5, Taf. XV,) a a an den Boden vollkommen genau an, woran er durch 6 Schrauben hinlänglich befestigt ist. Der Boden selbst ist eine Kupferplatte. Damit aber gar keine Luft zwischen dem Boden und dem untern Ende des Cylinders eindringen könne, wird rund herum etwas weiches Wachs umgelegt. In der Figur 6, Taf. XV, ist diese Luftpumpe zur Seite vorgestellt, wo der Teller A A auf der Säule B, und C D die Communicationsröhre mit dem Teller und dem innern Raume des Cylinders ist. Die punktirten Linien der Theile unter der Pumpe und unter dem Teller zeigen deutlich, wie sie durchbohrt sein müssen Der kupferne Ring e, an den die Röhre C gelöthet ist, wird mittelst einer Mutterschraube f befestigt; zwei Ringe von Ochsenleder über und unter dem Ringe, verhindern das Eindringen der äuſsern Luft. Die Röhre C D ist durch den Ring h auf ähnliche Art an das Stück Kupfer i i befestigt, auf welches der Teller angelöthet ist. Dieser Ring besitzt in der Mitte seiner Unterfläche eine Grube, wie dieses die Figur 7, Taf. XV, zeigt, und der Nagel k, der durch diesen Ring geht, ist durchbohrt, wie dieses die punktirten Linien zeigen, um dadurch Gemeinschaft mit der Glocke und dem Cylinder mittelst der Röhre C D zu haben, und auch diese abzuschneiden. Die Communicationsröhre C D ist aus zwei Stücken C und D zusammengesetzt, welche auf gleiche Art durch einen Ring wie h, welcher an die Röhre C gelöthet ist, zusammen vereinigt sind.

Der Hahn ist dem Boden der Luftpumpe sehr nahe, damit der schädliche Raum so gering als möglich ausfalle. Dieser kleine Raum (Fig. 5, Taf. XV,) l besitzt eine Länge von 3/4 Zoll, und ist ein Diameter 1/12 Zoll. Um die Luft wieder unter die Glocke oder von da in die freie Luft zu lassen, wird der Hahn so gestellt, wie es die Fig. 8 vorstellt. Der Boden der Luftpumpe (Fig. 5. Taf. XV,) b b, der eine ebene kupferne Platte ist, ruhet auf 4 kleinen kupfernen Säulen von 3 1/4 Zoll Länge, welche in einen andern kupfernen Ring eingelassen sind, der auf dem Grunde der ganzen Maschine hinlänglich befestigt ist. Das Getriebe, woran der Stempel auf und niedergewunden wird, befindet sich über dem Cylinder in einem hölzernen Gehäuse d d, auf dem zu beiden Seiten gerade über den Säulen f f kupferne Vasen stehen. Diese Vasen werden an starke eiserne Stäbe, welche durch die Säulen f f hindurchgehen, fest angeschraubt, so wie auch die eisernen Stäbe durch Schrauben im Fuſsboden bei g g befestigt sind. Die metallene Platte h h des Stempels ist an die gezahnte Stange desselben befestigt, und besitzt das cylindrische Stück mit einer Mutterschraube a a, welches das kupferne Stück l l vermittelst der Schraube

k sehr fest zusammengeschraubt werden können. An dem kupfernen Stück (Fig. 6, Taf. XV,) i i unter dem Teller befindet sich der Hahn m in einem ausgebohrten metallenen Stücke, worin die gläserne Röhre n n eingeschraubt werden kann. Diese gläserne Röhre dient zur Barometerprobe, und deswegen ist das untere offene Ende in ein Gefäfs mit Quecksilber gestellt. Zur Seite dieser Röhre ist ein kleines Lineal von Holz, welches in Zolle eingetheilt ist, und auf dem Quecksilber schwimmt.

Statt der gewöhnlichen Barometerröhre, um die Gröfse der nach dem Auspumpen noch vorhandenen Luftsäule zu messen, bedient sich *van Marum* einer Röhre in Gestalt eines Hebers (Fig. 9, Taf. XV,) in welcher ein Theil a a mit ganz reinem und ausgekochtem Quecksilber angefüllt ist. Diese Röhre ist an ein Brett, welches gehörig in Zolle eingetheilt ist, und auf einer metallenen Platte stehet, befestigt. Der Unterschied der Höhe des Quecksilbers in a a und b b am Ende der Verdünnung zeigt an, zu welcher Höhe das Quecksilber durch den Druck der Luft oder einer andern Flüfsigkeit erhoben ist, welche in dem Recipienten zurückbleibt, worin die Röhre gestellt ist.

Wie stark die Wirkung dieser Luftpumpe in Ansehung der Verdünnung der Luft ist, beweifst, dafs *van Marum* damit in Recipienten von 50 bis 100 Cubikzollen Raum die Verdünnung so weit trieb, dafs die zurückgebliebene Luft nicht mehr als eine eine halbe Linie hohe Quecksilbersäule zu tragen vermogte.

Diese Luftpumpe hat Herr *van Marum* auch dazu eingerichtet, atmosphärische Luft aus derselben in ein anderes Gefäfs leiten zu können. Es wird zu diesem Zwecke an das äufserste Ende des Hahns das metallene Stück Fig. 10 angeschraubt, so, dafs der konische Theil a in einen eben solchen konischen ausgehöhlten Theil des Hahns genau einpafst, von dem er mittelst der Mutterschraube c c festgehalten wird. Der andere Theil b dieses Stücks, welches der Länge nach ganz durchbohrt ist, wie dieses die punktirten Linien vorstellen, hat eine gewöhnliche Bedeckung von Leder d, das die Oeffnung verschliefst, worüber man das metallene Stück f g schraubt, so, dafs es an den hervorspringenden Rand e e stark angeprefst wird. Ein wenig erweichtes Wachs über den Rand e e geklebt, verhindert alsdann das Eindringen und Herausgehen der Luft gänzlich. Das Stück f g hat in dem Theile g eine konische Aushöhlung, in welcher man die Oeffnung einer biegsamen Röhre, die daselbst ebenfalls konisch sein mufs, anbringen kann. Die andere Oeffnung dieser Röhre, welche auch konisch ausläuft, wird in das metallene Stück Fig. 11, eingepafst, das man an den Rand einer pneumatischen Wanne durch Hülfe der Schraube a befestigt. In dem Theile b dieses Stücks wird eine gläserne krumme Röhre eingekittet, durch die die Luft aus einem Gefäfse auf dem Gesimse der pneumatischen Wanne geleitet wird.

Man sieht auch leicht, dafs mit abwechselnder Stellung des Hahns diese Luftpumpe zum Verdichten gebraucht werden könne.

Aufser den bisher beschriebenen Arten von Luftpumpen, hat man noch andere vorgeschlagen, bei denen besonders das Quecksilber zur Hervorbringung leerer Räume gebraucht wird, und die daher auch Quecksilberpumpen oder hydraulische Luftpumpen genannt werden.

Die erste Erfindung dieser Art wurde schon 1722 von dem Schweden *Emanuel Swedenborg* (*Miscellanea observata circa res naturales et praesertim circa mine-*

ralia, ignem et montium strata. Lips. 1722, 8. *p.* 101; recensirt in den *actis erud. Lips.* 1722, *mens. Maji p.* 264, und Grens Journal der Physik, B. IV, p. 407 f.) gemacht. Sein Vorschlag ist folgender: Auf dem Tische (Fig. 12, Taf. XV,) a steht die gläserne Glocke b; c und d sind zwei Oeffnungen, jede mit einer Klappe versehen; die Klappe c verstattet der Luft einen Ausgang aus der Glocke, und die Klappe d einen in die freie Luft. Unter dem Tische schliefst ein eisernes hohles kegelförmiges Gefäfs e an der untern Fläche desselben genau an, so, dafs seine Höhlung die beiden mit Klappen versehenen Oeffnungen c und d umfafst. Mit diesem Gefäfs ist ein lederner Schlauch f f verbunden, welcher am äufsersten Ende noch eine eiserne sehr dünne Röhre g g enthält. Giefst man nun durch m so viel Quecksilber ein, dafs der Schlauch f f und ein Theil von e angefüllt wird, und hebt hierauf g in die Höhe, so steigt das Quecksilber in e bis an das Tischchen; senkt man hierauf g wieder bis unter die Höhe von 28 Zoll herab, so fällt das Quecksilber in e, und zieht die Luft aus der Glocke durch die Klappe c nach sich, welche durch die Klappe d ins Freie geht, wenn g wieder gehoben wird. Durch dieses Abwechseln des Hebens und Niederlassens kann die Luft unter der Glocke ausgepumpt werden. Noch ist im Tische bei z eine Oeffnung befindlich, welche man mit einem Stöpsel verschliefsen kann, um im nöthigen Falle Luft wieder einzulassen. Bei diesem Vorschlage ist aber das Uebel, welches ihn fast unausführbar macht, dafs der lederne Schlauch nicht ganz quecksilberdicht verfertigt werden kann. Es hat indessen diese erste Angabe sehr viel Aehnlichkeit mit der Einrichtung, welche lange Zeit nachher *Dr. Joseph Baader* in München angegeben und selbst beschrieben hat. (*Lorenz Hübner's* phys. Taschenbuch für Freunde der Naturgeschichte, Jahrg. 1, 4tes Viertel, Salzburg 1784, p. 650: *Hindenburg. programma de antlia Baaderiana hydrostatico pneumatica. Lips.* 1787, 4.; Magazin für das Neueste a. d. Physik, u. s. w. B. V, St. 2, p. 91 u. f.)

Die Fig. 13 stellt einen vertikalen Schnitt dieser Pumpe vor. Mit dem eisernen Gefäfse A ist die Röhre a b mit dem Senguerd'schen Hahne c b oberhalb, und die Röhre f f unterhalb verbunden. Letztere hat eine Länge von etwa 32 Zoll, woran ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäfse B befestigt ist. Von diesem Gefäfse B geht noch eine enge Röhre p p schief hinauf, welche sich in einen blechernen Trichter C dem Hahne b c gegenüber endigt. Wird die Glocke auf den Teller bei a gesetzt, und der Hahn so gestellet, dafs der innere Raum des Gefäfses A mit der äufsern Luft in Verbindung ist, aufserdem aber auch der Hahn o verschlossen, so kann man nun durch den Trichter C alles bis nahe unter den Hahn b c mit Quecksilber anfüllen. Hierauf drehet man den Hahn so, dafs die Glocke mit dem Gefäfse A Gemeinschaft hat, und öffnet den Hahn o. Das Quecksilber fängt an bei n auszulaufen, bis es in den Schenkel f f an die Linie h h kömmt, wo die Elasticität der verdünnten Luft über h mit dem Gewichte der Quecksilbersäule h m zugleich dem Drucke der äufsern Luft das Gleichgewicht hält. Hierauf wird der Hahn b c wieder in die vorige Stellung gedrehet, der Hahn o verschlossen, und das in einem Gefäfse aufgefangene Quecksilber wieder in den Trichter C gefüllt, wodurch alles von Neuem gefüllt, und die aus der Glocke in das Gefäfs gebrachte Luft ins Freie durch den Hahn b c getrieben wird. Man sieht leicht, dafs durch dieses wiederholte Verfahren die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden könne. *Baader* hat nachher

einen andern Vorschlag zur Verbesserung seiner Luftpumpe angegeben (Gren's Journal der Physik, B. II p. 326 u. f.) Statt dafs sonst die Röhre p p durch das heberförmige Stück m mit der Röhre f f fest verbunden war, wird sie jetzt durch ein Gewinde, welches den Fügungen der Gelenke an den Röhren der Feuerspritzen ähnlich ist, an der festen Röhre f f beweglich gemacht. Diese bewegliche Röhre p p ist so lang, dafs ihr oberes Ende in der vertikalen Stellung mit dem horizontal liegenden Hahne b c in einerlei Ebene fällt. An die Röhre p p ist oben ein kugelförmiges Gefäfs befestigt, welches an körperlichem Inhalte mehr beträgt, als das Gefäfs A, damit der Druck des im kugelförmigen Gefäfse enthaltenen Quecksilbers dasselbe durch die enge Röhre p p in das Gefäfs A treiben könne, welches bei der vorigen Einrichtung nicht möglich war. Wird nun an dieser verbesserten Luftpumpe alles so gestellt, dafs das Gefäfs A mit der äufsern Luft Communication hat, und bei vertikaler Stellung der Röhre p p Quecksilber in das kugelförmige Gefäfs gegossen, bis es an den Hahn b c in der andern Röhre geht, so verschliefst man den Hahn b c, und dreht die bewegliche Röhre p p in die horizontale Lage. Dadurch verwandelt sich die Maschine in eine Art von Winkelbarometer, und das Quecksilber kann nicht mehr in der Höhe m b erhalten werden, weil sie gröfser als 28 Zoll ist. Mithin fällt es nun herab, tritt aus dem Gefäfse A heraus, und würde 28 Zoll über dem Niveau des andern Gefäfses stehen bleiben, wenn sich über ihm eine völlige Leere bildete. Da aber die Luft unter der Glocke sich ausdehnt; und dem fallenden Quecksilber nachfolgt, so drückt sie, vermöge ihrer Elasticität, dasselbe noch weiter herab. Wird hierauf der Hahn b c in die erste Stellung gebracht, die bewegliche Röhre p p wieder vertikal aufgerichtet, und nun die vorige Operation von Neuem wiederholt, so kann dadurch der Raum unter der Glocke immer mehr luftleer gemacht werden.

Auch Hindenburg (*Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et descriptio. Lips.* 1787, 4.) hat einen Vorschlag zu einer hydraulisch-pneumatischen Luftpumpe gethan, und folgenden wesentliche Mechanismus einer solchen Einrichtung angegeben. Der Stiefel B (Fig. 14 Taf. XV) und die daran befindliche Röhre I b sind von Eisen, der übrige Theil b k der Röhre, nebst dem Gefäfse A von Glas; der obere cylindrische Theil des Gefäfses A pafst in den metallenen Knopf g, worin sich ein Senguerd'scher Hahn befindet. Die Kolbenstange ist ebenfalls von Eisen, an der der Stempel durch den Griff i hin und her bewegt wird; damit aber dieser nicht so tief hineingestofsen, und zu weit herausgezogen werde, dienen die beiden Schrauben a a und die Stellschraube h an der Kolbenstange. Der Hahn g e ist so durchbohrt, dafs er ein Mal eine Verbindung des Gefäfses A mit der äufsern Luft zuläfst, und, wenn er um den vierten Theil seines Umkreises gedrehet wird, eine Gemeinschaft des Gefäfses A mit der auf dem Teller e f befindlichen Glocke verstattet, und wenn er noch um einen vierten Theil des Umkreises gedrehet wird, den innern Raum der Glocke mit der äufsern Luft in Verbindung bringt. Wenn nun der Stempel niedergestofsen ist, so mufs der ganze Raum c b k g bis an den Hahn mit reinem Quecksilber gefüllt seyn. Bringt man alsdann das Gefäfs A mit der Glocke in Verbindung, und zieht den Stempel in die Höhe, so fällt das Quecksilber in dem Gefäfse herab, und die Luft folgt demselben aus der Glocke nach; diese Luft wird sodann durch gehörige Stellung des Hahns g e ins Freie fortgeschafft. Man sieht leicht, dafs, je mehr die Operation wiederholt wird, desto mehr die Luft unter der Glocke verdünnt werden mufs. Eine andere Einrichtung einer hydraulischen Luftpumpe giebt *Caza-*

let in Bourdeaux (*Journal de Physique*, *Mai* 1789, p. 334) an, die im Wesentlichen mit der Hindenburg'schen überein kommt; indessen bedient er sich, statt des Quecksilbers, des ausgekochten Wassers. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein starkes und hinlänglich grofses Gefäfs, mit einer engen Röhre von 34 Fufs Höhe, füllt hierauf alles mit Wasser an, und schraubt hernach den Teller mit der Glocke aufs Gefäfs. Nun öffnet er den Hahn unter dem Teller, und auch den Hahn unten an der Röhre, und läfst das Wasser so lange auslaufen, bis die zurückgebliebene Wassersäule mit dem Drucke der Atmosphäre im Gleichgewicht ist. Alsdann werden die Hähne wieder geschlossen, das Gefäfs wird von Neuem mit Wasser gefüllt, und dies Verfahren, so oft als nöthig ist, wiederholt.

Indessen ist die Unbequemlichkeit einer solchen Maschine in die Augen springend.

Ueberhaupt sind alle diese Vorschläge zu hydraulisch-pneumatischen Luftpumpen, unter denen unstreitig der Hindenburgische den Vorzug verdient, nie in Ausübung gekommen.

Zur Hervorbringung luftleerer Räume sind auch noch heifse Wasserdämpfe, die schnell abgekühlt werden, vorgeschlagen. *Wilke* gab (Abhandl. der Königl. Schwed. Akad. der Wissenschaft. für 1769, Band XXXI, p. 31 f.) dazu zuerst folgende Einrichtung an. Eine dichte messingene Blase hat drei mit Röhren und Hähnen versehene Oeffnungen. Durch die untere Röhre lassen sich mittelst einer langen Zugröhre heifse Wasserdämpfe aus einem Theekessel in die Blase leiten, welche die darin befindliche Luft durch die zweite Röhre zur Seite austreiben. Die dritte Röhre am obern Theile der Blase geht zum Teller, auf dem die Glocke steht. Die Blase ist mit einer dünnen messingenen Hülle umgeben, die von derselben allenthalben um 1/4 Zoll abstehet, und oben offen bleibt So lange diese Blase mit den heifsen Wasserdämpfen angefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verschlossen. Sobald aber diese zur Seitenröhre auszugehn anfangen, werden die Hähne dieser und der untern Röhre verschlossen, und man giefst in die dünne messingene Hülle der Blase kaltes Wasser, bis es aus einem im Boden befindlichen Loche eben so kalt wieder herauskommt; auf diese Weise entsteht durch Erkältung der Dämpfe ein leerer Raum, und es verbreitet sich nun, wenn der Hahn nach der Glocke geöffnet wird, die unter derselben befindliche Luft mit durch die Blase. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kann die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden. *Wilke* konnte in einer ganz leicht gebauten und nicht grofsen Maschine dieser Art, die Luft auf 130 Mal verdünnen.

Einen ähnlichen Vorschlag, durch Hülfe der Erkältung der Wasserdämpfe einen luftleeren Raum hervorzubringen, hatte der Abbé *Cajetan Berretray* gethan, den *Carradori* (*Journal de Physique*, *Févr.* 1791, p. 150 sqq., übersetzt in Gren's Journal der Physik, B. VI, p. 86 u. f.) angiebt. Er unterscheidet sich von dem Wilkischen einzig darin, dafs bei *Berretray's* Einrichtung die Dämpfe im Gefäfse selbst gebildet werden, da sie *Wilke* aus einem andern Gefäfse herzuleitet. Auf einem grofsen kupfernen und verzinnten Gefäfse Fig. 15 Taf. XV A ist der konische Deckel B genau angelöthet; aus ihm gehet die Röhre a mit dem Hahne b heraus, an die eine andere am Ende d mit Schraubengängen versehene kleine Röhre c d luftdicht angeschraubt werden kann. Inwendig ist die Röhre a beinahe bis zum Boden des Gefäfses A hinunter geführt; mufs aber von demselben so weit abstehen, dafs die unterste Oeffnung l die Fläche von drei Pfund in das Gefäfs gegossenen Wassers nicht berühre.

Auf der andern Seite des Deckels der Röhre a gegenüber ist eine andere gebogene Röhre e f g h i angelöthet, die gleichfalls einen Hahn besitzt, zuerst nach aufsen geht und nachher bei h ins Gefäfs sich wendet, und bei i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen versehene Stück Messing i, das auf dem Deckel angelöthet ist, sich endigt, so dafs also durch diese gebogene Röhre der innere Raum des Gefäfses A durch e eine Gemeinschaft mit der äufsern Luft bei i hat. Auf das Stück Messing i wird nun eigentlich die Communikationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeschraubt; diese Röhre besitzt, wie gewöhnlich, einen Hahn. Die ganze Maschine wird von dem Dreifufse n n n und dem eisernen Ringe k k getragen. Das zwischen den Füfsen befindliche Brett m m dienet, eine Kohlpfanne darauf stellen zu können.

Beim Gebrauche dieser Maschine wird die Communicationsröhre mit dem Teller abgeschraubt, hierauf bei geöffnetem Hahne g durch den gekrümmten Kanal i h g f e etwas über drei Pfunde Wasser in das Gefäfs gegossen, und der Hahn g wieder verschlossen. Hierauf wird nun der andere Hahn b geöffnet, und die Kohlpfanne mit glühenden Kohlen auf das Brett m m gestellt; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Wasser heraus, bis die Oeffnung l ganz vom Wasser frei wird; hierauf verstärkt man das Feuer mit dem Blasebalge so viel als möglich, da dann nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Wassers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von dickem und heftigem Dampfe mit häufigen Wassertropfen nachfolget, welche letztere durch Verdichtung des Dampfes an der innern Fläche der Röhre bewirkt werden. Nach drei bis vier Minuten dieser Erscheinung wird dann der Hahn b verschlossen, und zugleich die Kohlpfanne weggenommen, indem man sonst in Gefahr seyn würde, durch Verdampfung alles Wassers das Gefäfs zu zersprengen. Nachher wird mit einem mit kaltem Wasser getränkten Schwamme der Deckel B und das Gefäfs A abgekühlt: die Verdichtung der Wasserdämpfe wird in zwei bis drei Minuten erfolgen. Nun schraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, da sich dann die unter der Glocke befindliche Luft durch die Röhre i h g f e ausdehnen, und ein Theil in das luftleere Gefäfs A treten wird. Wenn man noch die kleine Röhre c d an a luftdicht anschraubt, an ihr Ende eine oben und unten offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien getheilt ist, ebenfalls luftdicht anschraubt, und das untere Ende dieser Glasröhre in ein Gefäfs mit Quecksilber stellt, so sieht man nach der Oeffnung des Hahns b durchs Steigen des Quecksilbers in der Röhre, wie grofs der Unterschied der Elasticität der äufsern Luft, von der in der Glocke zurückgebliebenen elastischen Flüssigkeit ist.

Carradori rühmt diese Maschine wegen folgender Vortheile: 1) Könne man dadurch auf ein Mal eine sehr grofse Verdünnung der Luft zuwege bringen; 2) sei sie den Erschütterungen nicht unterworfen, welche bei den gewöhnlichen Luftpumpen beim Aus- und Einwinden des Stempels verursacht werden; 3) könne man bei erforderlicher starker Verdünnung den Versuch in kurzer Zeit 8 bis 10 Mal wiederholen, und 4) sei die Maschine sehr wohlfeil und leicht zu behandeln.

Fischer führt (physikal. Wörterb. B. III, p. 413) an, um die heifsen Wasserdämpfe schneller und bequemer abzukühlen, könne man noch ein cylindrisches Gefäfs mit dem untern Rande auf den Deckel B löthen, dessen oberer Rand bis nahe an den Hahn in der Communicationsröhre des Tellers reichte. Durch diese Vorrichtung könnte die Verdichtung der Dämpfe

sehr schnell bewirkt und überdem der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre c d müfste alsdann aus dem Gefäfse hervortreten, und in der Oeffnung wasserdicht verlöthet seyn. In einer auf diese Weise eingerichteten Maschine soll bei einem Versuche das Quecksilber in der damit verbundenen Barometerprobe auf eine Höhe gestiegen seyn, die von der damaligen Barometerhöhe nur um eine Linie abwich. Nach *Gren's* Vorschlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäfs von seinem Boden an mit einem dünnen kupfernen Cylinder zu umgeben, der nur 1/4 bis 1/2 Zoll davon abzustehn brauchte, und unten, um das Wasser abzulassen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwischen dem Gefäfse und dem äufsern Cylinder mit kaltem Wasser angefüllt würde, so könnten auch die im Kessel befindlichen heifsen Wasserdämpfe bald abgekühlt und verdichtet werden.

Endlich hat auch Dr. *Ingenhoufs* (vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, herausgegeben von *Molitor*; zweite Auflage, B. I, p. 433 u. f.) einen andern Vorschlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen; die Veranlassung dazu gab ihm *Fontana's* Entdeckung, dafs glühende Kohlen beim Ersticken so viele Luft verschlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nemlich ein Kohlenbecken von geschlagenem Kupfer, welches hie und da durchbrochen ist, in einen kupfernen Kessel, worin es genau pafst, eingesetzt. Der Kessel steht auf drei Füfsen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verschlossen werden, dafs also die Kohlen ersticken müssen. An dem Deckel befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne versehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeschraubt werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein grofses Gefäfs mit Wasser gesetzt, und nach völliger Erstickung der Kohlen werden beide Hähne geöffnet. Die Kohlen verschlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche immer stärker verdünnt wird, je öfter man die Operation wiederholt. Die übrige bei den Versuchen mit der Luftpumpe nöthige Geräthschaft haben *Wolf* (Nützliche Versuche, Th. I, Cap. 5 und 6), *s'Gravesande* (*Physices elementa mathematica*, lib. IV), und *Nollet* (*Mémoires de l'Acad. à Paris*, 1741, und s. *Leçons de Physique expérim.* Leç. X), umständlich beschrieben; eine kurze Anzeige hievon, nebst den Versuchen selbst, findet man auch bei *Lowitz* (Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnberg 1754, 4.), und *Johann von Musschenbroek* (Beschreibung der einfachen und doppelten Luftpumpe, nebst einer Sammlung von verschiedenen nützlichen und lehrreichen Versuchen; übers. von Thenn; Augsburg 1765, 8).

Eins der vornehmsten Stücke dieser Geräthschaft sind die gläsernen Glocken, unter welche die Körper, deren Verhalten in verdünnter und verdichteter Luft untersucht werden soll, gebracht werden. Diese Glocken müssen von runder oder gewölbter Gestalt seyn, indem platte Glasflächen von dem Drucke der Luft sehr leicht zerbrochen werden. Die Körper selbst, mit denen man im luftverdünnten oder verdichteten Raume Versuche anstellen will, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe die Glocke darüber gedeckt wird, oder sie werden in der Glocke aufgehangen. In diesem letztern Falle müssen die Glocken oben eine messingene Haube mit einer oder mehreren Oeffnungen besitzen, durch die Metalldräthe luftdicht durchgehn; diese Dräthe haben unten Haken, woran die Körper aufgehangen werden; oder haben noch einen Handgriff, um die Körper nöthigen Falls unter der Glocke weiter herauszuziehen, oder noch mehr hineinzudrücken, oder sie zu drehen, u. s. f.

Bei Verdichtungen der Luft mufs noch eine eigene Vorrichtung angebracht seyn, um die Glocke fest an den Teller anzuschliefsen, wozu bei der Smeaton'schen Luftpumpe ein eigenes Schraubengestelle dient. Der Herr *van Marum* hat bei seiner oben beschriebenen Luftpumpe zur Verdichtung der Luft folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder (Fig. 1 Taf. XVI) A von Glas hat eine Höhe von dreizehn Zoll, und ist im Durchmesser fünf Zoll; die Dicke dieses Glases beträgt etwas mehr als einen halben Zoll. Dieser Cylinder, dessen beide Ränder etwas hervorspringend sind, steht auf einer vollkommen ebenen kupfernen Platte B von eines halben Zolls Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeschraubt ist. Dieses Stück dienet, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu schrauben. Der gläserne Cylinder ist oben mit einem conischen metallenen Deckel D genau verschlossen. Diese Vorrichtung steht in einem Gehäuse, das aus drei oben mit einander verbundenen und unten rechtwinklicht umgebogenen eisernen Stangen besteht, und Fig. 2 besonders abgebildet ist. Die Schraube H dient vorzüglich, die Platte B an der untern Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und stark anzudrücken, besonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit etwas weichem Wachse bestrichen worden sind. Weil hiedurch die Platte B in drei Punkten, die von einander gleich weit abstehen, festgehalten wird, so ist man versichert, dafs dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläsernen Cylinders sehr stark allenthalben gleichförmig anschliefsen; man hat also deshalb keine Gefahr zu befürchten, dafs etwa der Cylinder beim starken Anpressen zerspringe.

Um die durch die Luftpumpe evacuirte Glocke von derselben abnehmen zu können, liefs *Papin* den Rand seiner Glocke abschleifen, so dafs er vollkommen wohl an eine ebenfalls abgeschliffene Glasplatte anschlofs, die der Glocke zum Deckel diente. Ueber diese Platte legte er ein nasses Stück Schafleder, setzte sie mit demselben auf die Luftpumpe und die Glocke darüber. Unter den Rand derselben aber stellte er ein kleines Bleikügelchen, so, dafs sie nicht ganz anschliefsen und die Luft frei durchgehn konnte. Ueber alles stellte er eine gröfsere Glocke, und zog die Luft aus derselben. Wenn dies geschehen war, schüttelte er an der Luftpumpe so lange, bis die kleine innere Glocke von den Bleikügelchen abfiel, und an das Leder fest anschlofs. Nun durfte er nur die Luft wieder unter die grofse Glocke lassen, so drückte sie die kleinere Glocke so fest an das Leder, dafs es nicht möglich war, sie davon zu trennen. Dafs die Luft hiebei nicht in die kleine Glocke kommen könne, will P. durch öfters hineingebrachte Barometerproben, die sich immer auf einer Höhe erhielten, wenn er gleich die Luft in die äufsere Glocke hineinliefs, gefunden haben. Auch kann man nach ihm das Unterlegen des Bleikügelchens versäumen, weil die Federkraft der Luft hinreichend die Glocke in die Höhe hebe; indessen werde alsdann das Vacuum nicht so vollkommen, als im vorigen Falle seyn. Das Leder mufs aber dazu von Lämmern seyn, altes Schafleder läfst die Luft durch. Zur Sicherheit streicht er noch um die Glocken, die er lange leer behalten will, etwas Terpentin. Auf diese Art konnte er die Glocken beständig acht Tage lang erhalten. Nachher fand er noch, dafs, an Statt des Lammfells, eben so gut Papier, um welches, ehe es trocken wird, Terpentin gestrichen wird, diene. (Philosoph. Transact. B. X, N. 120, p. 477, und Nro. 121, p. 544.)

Manometer.

Wenn man annehmen könnte, dafs die specifische Elasticität der Luft beständig gleich grofs, folglich ihre Dichtigkeit bei gegebenem Drucke stets dieselbe wäre, so würde das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichtigkeit der Luft anzeigen. Aber die Erfahrung lehrt, dafs die Dichtigkeit der Luft bei demselben Barometerstande wegen des Einflusses der Wärme, Nässe, u. s. w. an einem und demselben Orte nicht immer einerlei ist. Man hat deshalb eigene Instrumente nöthig, welche die Dichtigkeit der Luft zu jeder Zeit anzeigen. Diese nennt man Manometer, Dasymeter, Dichtigkeitsmesser. (Manometrum, Manomètre, Dasymètre.)

Das erste Manometer wurde von Otto von Guerike erfunden, der es dem Jesuiten Caspar Schott im Jahre 1661 in einem Briefe mittheilte. Dieser machte es in seiner Technica curiosa, Lib. I, cap. 21, p. 45, bekannt, wo auch Guerikens Brief p. 47 abgedruckt ist. Guericke unterscheidet zwar genau das Gewicht der ganzen Luftsäule der Atmosphäre von dem einer einzelnen Luftmasse, und erinnert ausdrücklich, dafs sich die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft so wohl durch verschiedenen Druck als auch durch verschiedene Wärme ändere; allein in der Anwendung sieht er doch das Manometer für ein Barometer an. Auch Boyle (Philosoph. Transact. N. 14, p. 231) machte dies Manometer als seine Erfindung bekannt, betrachtete es gleichfalls als Barometer, und gab ihm den Namen statisches Baroskop. Man läfst eine halbe kupferne Kugel, welche wenigstens einen Fufs im Durchmesser hat, verfertigen, pumpt alsdann aus derselben die Luft, und verkittet sie fest. Hierauf bringt man sie an den einen Arm einer empfindlichen Wage, und setzt sie mit einem Gegengewicht ins Gleichgewicht. Wird nun die Luft dünner, als sie vorher war, so trägt sie einen kleinern Theil vom Gewichte der Kugel als vorher; daher giebt die Kugel den Ausschlag. Wird aber die Luft dichter, als sie vorher war, so trägt sie einen gröfsern Theil vom Gewichte der Kugel, und das Gegengewicht giebt den Ausschlag. Das Gegengewicht mufs so klein seyn, als sich thun läfst, weil die Luft ebenfalls einen Theil desselben trägt, welcher desto kleiner ist, je weniger Raum es einnimmt. Wäre es eben so grofs als die Kugel, so würde die Wage sich gar nicht ändern, wenn sich gleich die Dichtigkeit der Luft änderte. Um nun zu erfahren, wieviel die Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit der Luft in dem einen oder andern Falle jedes Mal beträgt, kann man entweder durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Wage wieder herstellen, oder man macht die Einrichtung auf folgende Art. Man bringt oben an der Scheere, in der die Zunge der Wage spielt, einen Kreisbogen an, dessen Mittelpunkt in den Bewegungspunkt des Wagebalkens fällt, so dafs die Zunge selbst einen beweglichen Halbmesser desselben abgibt. Ist nun dieser Bogen gehörig in seine Grade abgetheilt, so dafs der Anfang der Abtheilungen zu beiden Seiten in die Vertikallinie fällt, so zeigt die Spitze der Zunge jedes Mal die Gröfse des Winkels, um den die Zunge von der Vertikallinie abweichet. Die Abtheilungen werden am Besten durch Versuche bestimmt, wenn man ein Gewicht auf der einen oder der andern Seite zulegt. Man legt nemlich auf die Kugel einen Gran, oder ein noch klei-

neres Gewicht, wenn die Wage empfindlich genug ist, und bemerket an dem Bogen den Punkt, worauf die Zunge hinweiset. Auf solche Art legt man immer mehr solcher kleinen Gewichte hinzu, und bemerkt jedes Mal, wie weit die Zunge abwich, bis der gröfste Ausschlag erfolgt, der aller Vermuthung nach Statt finden kann.

Hat man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darin befindlichen Luft gewogen, und ihre damalige Dichtigkeit mit der Dichtigkeit des Wassers verglichen, so erkennt man in jedem andern Falle vermittelst des Manometers die jetzige Dichtigkeit derselben. Dies ist auch eigentlich der Nutzen, den man beim Auspumpen der Luft aus der Kugel erhält. Sonst wäre nur nöthig, die Kugel aller Orten so fest zu verschliefsen, dafs die innere Luft mit der äufsern gar keine Gemeinschaft hat. Könnte man alsdann die Kugel so wohl im leeren Raume als in freier Luft abwägen, so würde dadurch die dermalige Dichtigkeit der Luft sehr genau gefunden werden. Uebrigens würde nun die Kugel an der Wage gehörig aufgehängt, eben die Dienste wie die luftleere Kugel thun, um die Aenderungen in der Dichtigkeit der äufsern Luft zu erfahren.

Auch läfst sich dieses Instrument gebrauchen, das absolute Gewicht eines bestimmten Luftvolumens, also ihr specifisches Gewicht, unter verschiedenen Umständen derselben auf eine sehr einfache Art zu erfahren. Ist nemlich der Raumesinhalt der Kugel $= V$, und der des Gegengewichts $= v$, so ist der Luftraum, der das Instrument manometrisch afficirt $V - v = a$, welches man durch genaue Ausmessung der Körper, am Besten durch Wasserwägen, bestimmt, und in bekannten Massen ausgedrückt, ein für alle Mal merkt. Man sucht ferner das absolute Gewicht P eines Luftvolumens a in bekannten Gewichtstheilen bei eben derselben Temperatur und demselben Barometerstande, und merkt auch dieses Gewicht, so hat man $\frac{P}{a}$, oder das specifische Gewicht für atmosphärische Luft von bestimmter Temperatur und Zusammendrückung. Wenn sich nun die Beschaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht zu- oder abnimmt, so wird das Gleichgewicht gestört, und man mufs im erstern Falle Gewichtstheile zur Kugel, im andern Falle zum Gegengewichte legen, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Summe dieser Gewichtstheile heifse p, mithin ist das absolute Gewicht des Luftvolumens a bei vermehrter Dichtigkeit $P + p$, bei verminderter Dichtigkeit aber $P - p$ geworden, und man findet das jetzt veränderte specifische Gewicht durch $\frac{P+p}{a}$ oder $\frac{P-p}{a}$, weil a sich immer gleich bleibet. Wenn die Luft noch ein Mal so dicht würde, als sie bei Bestimmung des P und bei der Anwendung des Instruments war, so würde $p = P$, oder $p + P = 2P$ werden; im leeren Raume aber wäre $P - p$ gleich 0.

Varignon hat unter dem Namen eines Manometers ein anderes Werkzeug angegeben (Manomètre ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel; in den Mémoir. de l'Académ. à Paris, 1750, p. 300), welches auch Wolff (Nützliche Versuche, Th. II, Cap. 4, § 54) beschreibt. Es bestehet aus einem lothrecht stehenden cylindrischen gläsernen Gefäfse (Fig. 3, Taf. XVI) b c, an welches bei c eine gebogene Röhre c d e f g geschmolzen ist, die ein

anderes bei a offenes Gefäfs g a hält. In b c ist Luft; in der gebogenen Röhre Wasser. Man mufs durch ein Zeichen etwa bei d bemerken, wie hoch das Wasser etwa zu der Zeit stand, da das Instrument verfertigt ward; so weifs man, wie grofs der Raum b d sei, welchen die Luft bei ihrer damaligen Dichtigkeit füllte. Bei gröfserer Wärme wird sich die Luft b c ausbreiten, und das Wasser wird sinken. Bei gröfserer Kälte aber wird sich die Luft in b c in einen engen Raum ziehen, und das Wasser wird steigen. Es zeigt also dies Instrument die Dichtigkeit der in b c d eingeschlossenen Luft, welche sich aber nicht, wie Varignon voraussetzt, auf gleiche Art mit der Dichtigkeit der äufsern Luft ändert. Die eingeschlossene Luft wird einen kleinern oder gröfsern Raum einnehmen, nachdem die Elasticität der äufsern Luft gröfser oder kleiner wird. Wenn also gleich die Wärme der Luft in b c d mit der Wärme der äufsern Luft einerlei ist, so ist dies doch nicht der Fall bei den übrigen Ursachen, welche die specifische Elasticität der äufsern Luft ändern, nemlich der Feuchtigkeit und Mischung mit andern in derselben aufgestiegenen Substanzen. Wenn also die specifische Elasticität sich änderte, und die Dichtigkeit der Luft bliebe dieselbe, so würde das Wasser in der Röhre wie im Barometer steigen und fallen. Wolff suchte die Einrichtung dieses Geräthes zu verbessern. Er macht nemlich die untere Röhre kürzer, damit es nicht nöthig sei, sie so viele Mal zu biegen, und bringt statt des Wassers nur etwas weniges Quecksilber hinein, welches übrigens eben so, wie im Varignon'schen Manometer von der eingeschlossenen Luft bewegt wird. Aber auch diese Einrichtung behält den Fehler, dafs sie nur die Dichtigkeit der eingeschlossenen nicht der äufsern Luft anzeigt.

Fouchy (Description d'un Dasymètre; Mémoir. de l'Académie à Paris, 1730, p. 73) gab dem Guerike'schen Manometer eine sehr vollkommene Einrichtung, und schlug für denselben den Namen Dasymeter vor. Es besteht das Instrument aus einem Lineal, ohngefähr von der Gestalt eines Wagebalkens. An dem einen Ende hängt eine sehr dünn geblasene fest verschlossene, am Besten zugeschmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmesser. Am andern Ende des Lineals ist in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleiernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bei mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bei der angenommenen Gröfse der Glaskugel kann sie etwa einen Cubikfufs Luft fassen, dessen Gewicht bei mittlerer Dichtigkeit der Luft ohngefähr auf 720 Gran zu schätzen. Das Gewicht der Glaskugel, welche Fouchy angewendet hatte, fand er auf 2304 Grains, und ohne die in derselben enthaltene Luft 2304 — 720 = 1584 Grains. Da nun das Gewicht der Luft, welche sich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa 1/6 oder 720/6 = 120 Grains zu, und im Sommer um eben so viel abnimmt, und diese 120 Grains den dreizehnten Theil von dem mittlern Gewichte der Kugel (1584 Grains) ausmachen, so wird dieses Gewicht im Winter um 1/13 ab- und im Sommer um 1/13 zunehmen. Soll also nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beständig das Gleichgewicht halten, so mufs im Sommer die Kugel und im Winter das Gegengewicht dem Ruhepunkte des Lineals um 1/13 seiner Entfernung näher gebracht werden, oder welches eben das bewirkt, es mufs der Ruhepunkt um die Hälfte dieser Gröfse, mithin um 1/26 der Entfernung von den Enden verschoben wer-

den können. Der Hebel ist hiebei als ein blofs mathematischer angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals selbst mit in Anschlag, so findet man die erforderliche Gröfse der Verschiebung des Ruhepunktes nach dieser Proportion: Wie sich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens, — der halben Veränderung des Gewichts der Luft von der Gröfse der Kugel zu dieser halben Veränderung des Luftgewichtes, eben so verhält sich die halbe Länge des Balkens zu dem Stücke, um das sich der Unterstützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite mufs verschieben lassen. Hiedurch werden nur die Grenzen der Verschiebung bestimmt. Es soll aber auch dieses Instrument ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobei das Gewicht der Kugel z. B. nur um einen Grain zu- oder abnimmt. Weil aber hiezu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend ist, so giebt Fouchy seinem Wagebalken keine Zapfen, sondern bringt um die Mitte Stücken an, deren untere Fläche wie der Fufs einer Wiege gekrümmt ist, damit der Balken darauf hin- und hergehn, und sich allezeit auf den Punkt setzen kann, der ihm zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthig ist. Die geometrische Verzeichnung dieser Curve, wonach die Fläche der Unterlage gebildet werden mufs, zeigt Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dient ihr zur Grundlage, und hat eine solche Einrichtung, dafs die Veränderung des Gewichts und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungspunkt des Balkens, welcher ihnen proportional ist, angegeben werden. Durch diese Einrichtung fällt die Friction gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit solcher Werkzeuge wird durch Verschiedenheit in der Gröfse und dem Gewichte der Kugel, oder in der Länge des Wagebalkens nicht gehindert.

Die krumme Fläche läfst Fouchy sehr fein poliren, und belegt die wagerechte Unterlage, darauf sie sich wiegt, mit Spiegelglas, wobei alles so eingerichtet ist, dafs der Balken sich nicht über 30 Grad auf jede Seite neiget. Weil bei diesem Instrumente die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln proportional sind, so könnten sie durch einen von den Balken angebrachten Gradbogen gemessen werden; allein es würden hiedurch Ungleichheiten in den Gewichten der beiden Arme veranlasset werden, wodurch das Instrument in seinem Gange eine Störung litte. Daher befestigt Fouchy hinter dem bleiernen Gegengewichte eine Skale am Fufse des Instruments in vertikaler Stellung, und giebt derselben von der Stelle des Gewichtes bei wagerechtem Stande des Balkens an, auf und abwärts gerechnet, Theile, die sich wie die Unterschiede der Sinus für die Winkel von 0 Grad bis 30 Grad verhalten. Diese ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um die das Gewicht steigt und sinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorstellen. Oberhalb der Kugel und des Gewichtes können an beiden Enden noch ein Paar leichte Wageschalen angebracht werden, um in dieselben halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um die das Gegengewicht dadurch steigt oder sinkt, auf einer besondern Abtheilung der Skale bemerken kann. Diese Abtheilung giebt alsdann sogleich die absoluten Gewichte an, und giebt selbst ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieses Instruments beruhet auf der Gröfse der Verrückung des Unterstützungspunktes.

De Saussure giebt (Essais sur l'hygrometrie §. 109.) den Namen Manometer einem gewöhnlichen Barometer, das er in eine grofse gläserne Kugel verschlofs, um die Elasticität der darin verschlossenen Luft, bei verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu messen. Da also durch das Instrument nur die Elasticität bestimmt werden sollte, so kömmt demselben der Name Manometer nicht eigentlich zu.

Noch eine andere vorzügliche Verbesserung des Guerikschen Manometers hat Gerstner (Beobachtungen auf den Reisen nach dem Riesengebirge p. 288. f. p. 298. f.) unter dem Namen einer Luftwage beschrieben. Ihr Gebrauch ist eigentlich zu barometrischen Höhenmessungen bestimmt, und giebt das Gewicht eines Cubikzolls Luft in der Schicht, in der sie so aufgestellt ist, unmittelbar an. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels oder Wagebalkens a c b Taf XVI. Fig. 4 hängt eine hermetisch verschlossene Glasflasche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beider werden durch hydrostatische Versuche genau bestimmt. Der Unterschied beider körperlichen Räume sei = $\mathfrak{b}$. Um die Wage bei veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dienet das Luftgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage selbst ist aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem Siegellackfirnisse überzogen. Vermittelst der Wasserwage d e wird dieses Instrument in wagerechten Stand gebracht, zwei Ringe d und e halten diese Wasserwage über der Axe des Instruments, so dafs das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeschoben werden kann. Soll diese Luftwage zu Beobachtungen in der freien Luft gebraucht werden, so stellt man sie in ein geräumiges hölzernes Gehäuse, dessen beide Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen stehn, bei der Beobachtung selbst aber verschlossen werden, um die Wirkung des Windes, und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch einmal wiederholt, und dabei Flasche und Gegengewicht verwechselt. Finden sich alsdann hiebei die Entfernungen des Luftgewichts b l und a m ungleich grofs, so wird zwischen beiden das arithmetische Mittel genommen. Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens bestimmt Herr Gerstner auf folgende Art. Er sucht zuerst das Gewicht eines Cubikzolls von dem Queksilber mit dem sein Barometer gefüllt ist. Dies setze man = q. Hierauf mifst er eine mäfsige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern) und beobachtet einige Mal so wohl am obern als am untern Endpunkte derselben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichtes auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man setze nun die mittlere Entfernung des Luftgewichtes vom Gegengewichte an beiden Standorten = $\mathfrak{e}$ die gemessene Höhe = x, die Barometerhöhe am untern Standorte = $\mathfrak{a}$, am obern = f, so ist das mittlere Gewicht eines Cubikzolls Luft = $\frac{\mathfrak{a} - f}{x} \cdot q$. Man setze nun ferner bei einem andern Zustande der Luft sei der Abstand des Laufgewichts vom Gegengewichte = $\mathfrak{r}$, und die Länge eines Armes der Wage = $\mathfrak{l}$, das absolute Gewicht des Laufgewichtes = $\mathfrak{p}$, so mufs jetzt die Luft in dem Raume $\mathfrak{b}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \mathfrak{p}$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolls Luft = $\mathfrak{g}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{b}}$ gröfser sein;

mithin ist $g = \frac{a - f}{x} . q + \frac{r - e}{l} . \frac{p}{b}$. Aus dieser Formel kann man eine Tabelle verfertigen, die das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage, oder für jedes r anzeigt. Bei Gerstners Luftwage war:

b = 22,05 Cubikzoll
q = 4195 1/4 Gran
p = 5 1/3 Gran
e = 42 2/3 Linien
x = 350 1/2 Klafter
l = 192 Linien.

$$a - f = 24{,}6 \text{ Linien} = \frac{41}{1440} \text{ Klafter, mithin}$$

$$g = \frac{41}{1440 . 350\,1/2} . 4195\,1/4 + \frac{r - 42\,2/3}{192} . \frac{5\,1/2}{22{,}05} = 0{,}287 + \frac{r}{794};$$

woraus man die Werthe für g findet, wenn man für r nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) setzt. Dieses Instrumen erhält noch Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken selbst die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte beigeschrieben werden. Dabei läſst sich noch auſserdem die Einrichtung so treffen, daſs eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichts übereinstimmt. Bei Herr Gerstners Wage, wo der höchste Werth für r = 384 Linien ist, mithin g nicht unter 0,287 und nicht über 0,287 + 0,484 betragen kann, wäre der Wagebalken 484 Theile zu theilen, und bei b 287 zu setzen; auf diese Art würden die Theile bis a fortgezählt, das Luftgewicht unmittelbar in Tausendtheilen des Ganzen angegeben. Die Formel zeigt, daſs dies Statt finde, so oft $\frac{p}{l\,b} = 1000$ ist. Theilt man alsdann l oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile und giebt dem Laufgewichte l soviel Gran, als der zehnte Theil von b Cubikzoll besitzt, so unterscheidet jede Abtheilung ein tausendtel Gran vom Gewichte eines Cubikzolls Luft. Ist nun der Arm 100 Linien lang, so kann man auch leicht von jeder Linie noch den 10ten Theil unterscheiden, also das Luftgewicht bis auf 0,0001 Gran bestimmen, welches für barometrische Höhenmessungen mehr als hinreichend ist. Ist ein Mal eine solche Luftwage gehörig abgetheilt, so kann jede andere nach derselben graduirt werden.

Lampadius (Systematischer Grundriſs der Atmosphärologie p. 206) schlägt vor, eine mit brennbarem Gas gefüllte groſse Blase, die man so oft mit einer Siegellakauflösung in Weingeist überzogen hat, bis die Wände fest werden, und eine Kugel von Platin zum Gegengewichte an einem recht empfindlichen Wagebalken als Manometer zu gebrauchen.

Wenn man die Glocke der Luftpumpe auf nasses auf dem Teller befindliches Leder setzt, und hinter sie ein Licht stellt, jenseits dessen man durch sie sieht, oder auch sie in einem verfinsterten Zimmer durch auffallende Sonnenstrahlen erleuchtet, so zeigen sich in ihr beim allerersten Züge eine Menge Dünste, die sie wie ein feiner Rauch ausfüllen, gegen das Licht farbigte Ringe geben, in wallende Wolken zusammengehen, und wieder als ein feiner Staubregen niederfallen, die Glocke klar und rein lassen, aber wieder kommen, und des Glases innere Fläche bedecken, so bald wieder Luft in die Glocke gebracht wird. Schon *Otto v. Guericke* führt (*Experim. Magdeburg. de vacuo spatio*, Lib. III, c. 11) diesen Versuch an.

Wilke sagt: (Neue Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wissenschaften u. s. w. für das Jahr 1781 aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 148) wenn die Glocke bei seinen Versuchen, bei denen er eine cylindrische gewölbte Glocke von 12 Zoll Höhe und 6 Zoll Weite anwandte, ein wenig gewärmt gewesen sei, und man sie auf die Pumpe durch einen schmalen mit Wachs und Schaaftalg beschmierten ledernen Ring befestigt habe, die Luft aber im Zimmer und der Pumpenteller auch trocken gewesen wären, so haben sich nie Dünste beim ersten Pumpen gezeigt. Lasse man aber die Luft öfters aus und ein, oder werde auf andere Art unter die Glocke Feuchtigkeit gebracht, so zeigen sich alle Mal Dünste, nachdem die Luft nafs oder trocken, kalt oder warm sei. 1)

Bouguer bemerkt, (*Mém. de l'Académie à Paris*, *an.* 1753) dafs, wenn man auch die Luft sich hundert Mal, ja 200 Mal ausbreiten lasse, als sie auf dem Gipfel der höchsten Berge ausgebreitet sein kann, sich doch die absolute Elasticität einer und derselben Masse Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte.

Nach *Kramp* ist die Luft ausdehnbarer, als das Wasser in dem Verhältnisse von (nach einer Mittelzahl) 1: 19. (Gilbert's Annal. B. VII, p. 241.)

Cassini erzählt (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, *p.* 544) *Teinturier* habe bemerkt, dafs, wenn man ein Thermometer einem vermittelst eines Blasebalges hervorgebrachten Windstrohme aussetze, die darin eingeschlossene Flüfsigkeit steige.

Um diese Angabe zu untersuchen, liefs *Cassini* einen gewöhnlichen Blasebalg auf ein in einer Kammer eingeschlossenes Thermometer wirken, das in den Kellern des Pariser Observatoriums 50° zeigte, und das damals auf einer Höhe von 52 Grad oder 2 Grad über dem Temperirten stand 1); nachdem er sieben

1) *Mehr hierüber sehe man bei Luft und Wasser.*

2) Vermuthlich war dies eins von den durch die Florentinische Akademie in der Mitte des 12ten Jahrhunderts verfertigten Weingeistthermometern. (S. Weingeist und Wärme.)

sieben oder acht Minuten gegen die Kugel geblasen hatte, war das Thermometer um einen Grad gestiegen. Einige Tage darauf wiederholte er den Versuch, als das Thermometer auf 46° stand, und in demselben Zeitraume stieg es abermals um einen Grad. Hernach gebrauchte er ein Amontonsches Luftthermometer, (S. Luft und Wärme) und brachte es vor das Gebläse einer Schmiede, in der man mehrere Jahre hindurch kein Feuer gehabt hatte. In sechs Minuten, während welcher das Thermometer dem Luftstrohme ausgesetzt gewesen war, stieg dasselbe beinahe eine Linie.

Endlich brachte er dasselbe Thermometer auf den Heerd der Schmiede, und liefs es ohngefähr 3 Stunden da, beobachtete darauf die Höhe, die er 53 Zoll $2\frac{3}{7}$ Linien fand. Nun blies er während 5 Minuten beständig darauf, und fand nun die Höhe 53 Zoll $4\frac{1}{7}$ Linien. Nachdem er abermals 5 Minuten darauf geblasen hatte, war die Höhe 53 Zoll $5\frac{1}{4}$ Linie. Endlich stieg es nach andern fünf Minuten bis auf 53 Zoll $5\frac{5}{8}$ Linien, so, dafs also das Thermometer in $\frac{1}{4}$ Stunde über 3 Linien gestiegen ist.

Schon früher hatte der ältere *de la Hire* bemerkt, dafs, als er die mit Schnee bedeckte Kugel eines Weingeistthermometers der Luft, die sich aber nicht als Wind äufserste, ausgesetzt hatte, die Höhe, auf der der Weingeist stand, sich nicht veränderte, und dafs derselbe gleichfalls auf seinem Standpunkte blieb, da mit einem Blasebalge stark gegen den Schnee geblasen wurde.

Da Ihm, so wie seinem Sohne, *Cassini's* eben angeführte Versuche das Gegentheil zu zeigen schienen, so wiederholten sie dieselben unter verschiedenen Umständen mit 4 Thermometern, von denen drei Weingeist und einer Luft zur messenden Flüfsigkeit hatten.

Am 27ten Nov. 1710 gegen 11 Uhr bliesen sie mit einem Blasebalge stark gegen die Kugel eines Weingeistthermometers, das viele Jahre hindurch in dem nach Morgen gelegenen Thurme des Observatoriums gewesen war, welcher ganz gegen den Wind gesichert ist. Der Weingeist, der 35 Abtheilungen in der Röhre einnahm, wodurch die Temperatur der Luft als etwas wärmer als der Frostpunkt angedeutet wurde, indem es bei 32° auf freiem Felde anzufrieren fieng, stieg nicht merklich in der Röhre; man hatte die Vorsicht gebraucht, den Blasebalg vor der Anwendung zwei Stunden hindurch an denselben Ort zu legen, wo das Thermometer stand. Einen andern Versuch machten sie mit dem Amontonschen Thermometer. Die Kugel an demselben war sehr grofs, und hatte in ihrem untern Theile Quecksilber genug, um die Ausdehnung der Luft zu zeigen. Am 27ten Nov. 1710 ohngefähr 4 Uhr Nachmittags, als Thermometer und Blasebalg über 5 Stunden an demselben Orte zusammen gewesen waren, und sie die Höhe des Quecksilbers in der kleinen Röhre des Thermo-

meters genau bemerkt hatten, bliesen sie 3 Minuten hindurch gegen die Kugel, die mit Luft, welche von 27 Zoll Quecksilber gedrückt wurde, erfüllt war, und bemerkten keine Veränderung der Höhe des in der Röhre befindlichen Quecksilbers.

Den folgenden Tag ohngefähr 10 Uhr Morgens wiederholten sie den ersten Versuch mit dem Thermometer, das in dem nach Morgen gelegenen Thurme hing, und der Weingeist stieg nicht merklich. Als sie ein anderes Weingeistthermometer, das nahe bei dem vorigen seinen Platz hatte, und mit einer viel kleinern Kugel und viel dünnern Röhre versehen war, an einen verschlossenen Ort brachten, wo ein doppelter Blasebalg war, und nachdem sie es da 3 oder 4 Stunden gelassen hatten, gegen seine Kugel 7 Minuten mit dem doppelten Blasebalg bliesen, so stieg der Weingeist um 3 Linien in der Röhre. Eben so bliesen sie 7 Minuten hindurch mit dem doppelten Blasebalge gegen die Kugel des Amontonschen Luftthermometers, das man vorher lange an diesem Orte gelassen hatte, und das Quecksilber stieg auch um 3 Linien; während des Versuchs waren 3 bis 4 Personen in einiger Entfernung vom Thermometer anwesend.

Da sie befürchteten, die Menge der Anwesenden mögte an der vorher angegebenen Wirkung Schuld gewesen sein, liefsen sie beide Thermometer wieder 2 bis 3 Stunden nahe bei einander, und bliesen alsdann gegen jede Kugel mit einem gewöhnlichen Blasebalge drei Minuten lang; der Weingeist und das Quecksilber, welche wieder bis auf den Stand herabgefallen waren, den sie vor dem vorigen Versuche einnahmen, stiegen wieder jede Flüssigkeit ohngefähr um eine Linie, indessen der Weingeist doch etwas weniger als das Quecksilber. Sie fürchteten an dem letztern Phänomene möchte der Umstand Schuld sein, dafs sie beim Weingeistthermometer angefangen hatten, und es möchte sich der Blasebalg vielleicht unter ihren Händen etwas erhitzt haben; sie liefsen deshalb die Thermometer abermals in derselben Stellung und den Blasebalg bei ihnen, und bliesen gegen 6 Uhr Abends wieder gegen jede der Thermometerkugeln 3 Minuten hindurch; das Weingeistthermometer, mit welchem sie angefangen hatten, stieg wenig; das Luftthermometer gar nicht. Hernach bliesen sie mit demselben Balge gegen die Kugel eines andern von *Amontons* angegebenen Weingeistthermometer, das sich in des ältern *de la Hire* Kabinette befand, wo die Luft wärmer, als da, wo der Blasebalg sich befand, war; der Weingeist stieg in der Röhre um ½ Lin., und fiel nicht so augenblicklich wieder, als er es bei den vorigen Versuchen gethan hatte. Am folgenden Morgen um 7 Uhr, als das grofse Weingeistthermometer, das Luftthermometer und der Blasebalg die ganze Nacht hindurch in dem östlichen Thurme gewesen waren, bliesen sie von Neuem 4 Minuten lang gegen die Kugel des Luftthermometers, ohne dafs es dadurch zum Steigen gebracht wurde; als sie den Bla-

sebalgwind gegen die Kugel des Weingeistthermometers richteten, stieg dieses ohngefähr um eine Linie. Darauf bliesen sie auch gegen ein anderes kleineres Weingeistthermometer, das sie an einem verschlossenen gegen Süden gelegenen Orte nahe am Fenster gelassen hatten; die Löcher des Blasebalgs waren gegen die Fenster gerichtet; die Flüssigkeit stieg fast gar nicht; als sie aber bei fortgesetztem Blasen die Löcher des Balges nach der andern Seite hingedrehet hatten, stieg sie mehr. Bis Nachmittags um 2 Uhr blieb das Thermometer an demselben Orte, und war während dieser Zeit drei und eine halbe Stunde der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesen, der Blasebalg hatte unterdessen auf einem Stuhle in einer Entfernung von 6 Fufs vom Thermometer gelegen, und gleichfalls den Einflufs der Sonnenstrahlen erfahren; jetzt bliesen sie gegen die Kugel des Thermometers; der Weingeist fiel unmittelbar 6 Lin. hinunter, während die Löcher des Blasebalges nicht gegen die Fenster gekehrt waren; wurden diese gegen die Fenster gedrehet, und so das Blasen fortgesetzt, so fiel der Weingeist noch beträchtlich mehr. An dem Orte, an dem der Versuch angestellt wurde, war es sehr warm; der Himmel war den ganzen Tag hindurch sehr heiter, und die Sonne beschien den Apparat während der Dauer des Versuchs. Am folgenden Morgen trugen sie das Luftthermometer und das kleine Weingeistthermometer in den Keller des Observatoriums, und nachdem sie sie da mit dem Blasebalge beinahe drei Viertelstunden gelassen hatten, und der Blasebalg einige Zeit hindurch abwechselnd geöffnet und geschlossen war, um seinem Innern die Temperatur der Kellerluft zu geben, bliesen sie 5 Minuten hindurch gegen die Kugel des Luftthermometers, wodurch das Quecksilber um etwa 3 Linien stieg. Beide Thermometer standen in einer einen Fufs weiten Entfernung von einander; vor dem Blasen gegen das Luftthermometer hatte man auch den Stand des Weingeistthermometers beobachtet; jetzt bemerkten die Versucher, dafs das Weingeistthermometer auch um eine Linie gestiegen war, wenn man schon nicht dagegen geblasen hatte; darauf bliesen sie auch gegen das Weingeistthermometer eben so lange, und es stieg auch ohngefähr 3 Linien, ohne dafs während der Zeit das Luftthermometer stieg.

Sie brachten nun ein Stück Tuch zwei oder dreifach zusammen geschlagen an die Kugel des Luftthermometers, und bliesen sehr stark dagegen; es stieg nur um eine Linie, während das an seinem Platze gebliebene Weingeistthermometer um eine halbe Linie stieg. Sie brachten nun auch das Tuch an das Weingeistthermometer, und nachdem sie eben so lange darauf geblasen hatten, stieg es noch um eine Linie; das Luftthermometer stieg unterdessen eben so wenig, als vorher. (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, p. 546.)

Wilke (Neue Abhandl. der Schwed. Akademie der Wissenschaften, Jahr 1781, aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 156) hing von ein paar empfindlichen übereinstimmenden Thermometern eines unter eine trockne Glocke, das andere neben dieselbe, liefs sie da einige Zeit, um die Wärme des Zimmers anzunehmen, pumpte nun die Luft aus der Glocke, und fand, dafs das Thermometer unter der Glocke bei der gröfsten Evacuation alle Mal 2° fiel, aber sobald Luft unter die Glocke gelassen wurde, wieder stieg. Dies hörte auf, als die Thermometerröhre geöffnet ward. Dann fand man auch, dafs beide Thermometer, der Aenderung der Wärme im Zimmer gemäfs, gleich viel stiegen und fielen, und so zeigten, die Wärme sei in der äufsern dichten und innern verdünnten Luft gleich vertheilt. Dieses findet indessen nicht länger Statt, als das Thermometer unter der Glocke trocken erhalten wird; sobald seine Kugel nur einigermafsen feucht wird, entstehen sogleich beträchtliche Veränderungen.

Darwin erzählt (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXVIII, P. I, p. 43 f., übersetzt in Grens Journal der Physik, B. I, p. 75 f., und Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. VII, St. 1, p. 127 f.) mehrere Versuche, die zeigten, dafs bei der Verdünnung der Luft Wärme verschluckt wird. Als er in Gegenwart des Dr. *Hutton* und des Herrn *Edgeworth* die Kugel eines Thermometers zu verschiedenen Malen dem Windstrohme einer Windbüchse aussetzte, so sank das Quecksilber stets übereinstimmend um gegen 2 Grad. Das Thermometer ward fest an einer Mauer befestigt, und die Windbüchse wurde, nachdem sie geladen war, eine Stunde lang nicht weit davon hingelegt, um alle Wärme wieder abzugeben, die sie vielleicht beim Laden möchte erhalten haben. Hierauf liefs man die Luft in Einem fort beständig auf die Kugel des Thermometers ströhmen, wobei es sich zeigte, dafs die Luft während ihrer Explosion demselben Wärme raubte.

Im März 1785 befestigte er unter dem Beistande der Herrn *Fox* und *Strutt* ein Thermometer in einer hölzernen Röhre, und verband es mit dem Recipienten einer Windbüchse so, dafs die Luft bei der Loslassung während ihrer Explosion über die Kugel des Thermometers gieng. Der Versuch wurde in Gegenwart mehrerer Naturforscher öfters wiederholt, und übereinstimmend sank das Thermometer 5 bis 7 Grade. Während der Zeit, in der die Luft in dem Recipienten verdichtet wurde, war ein grofser Unterschied der Wärme an den beiden Enden der Compressionsröhre durch die Hand wahrzunehmen; das Stück der Windkugel, das zunächst daran war, war kaum anzufassen; und die Kugel selbst war heisser, als man von ihrer Berührung mit der Röhre erwarten konnte. Er bemerkte auch, dafs beim Abschiessen einer Windbüchse

der Strom der Luft immer sichtbar ward, welches er von dem Abkühlen herleitet, dem die anhängenden Dämpfe ausgesetzt werden.

Schon früher stellte er im Beisein des Herrn *Warlthire* ein Thermometer unter den Recipienten einer Luftpumpe, und liefs es einige Zeit ruhig stehen, damit es genau die Temperatur des Recipienten annehmen mögte. Die Luft ward sodann schnell ausgeleert; während dieser Zeit sank das Quecksilber des Thermometers 2 oder 3 Grad, und nach einigen Minuten erlangte es wieder seine vorige Höhe. Denselben Versuch wiederholte er auch unter dem Beistande des Herrn *Forester French*, doch mit dem Unterschiede, dafs das Thermometer oben offen war, so, dafs die Verminderung des äufsern Drucks auf die Ausdehnungen der Kugeln keinen Einflufs hatte; das Quecksilber im Thermometer sank zwei oder drei Grad, und stieg hernach stuffenweis. Sowohl bei dem Auspumpen als bei dem Wiedereinlassen der Luft unter den Recipienten ward jedes Mal ein Dampf bemerkt, der sich an den Seiten des Glases verdichtete, und in beiden Fällen in wenigen Minuten wieder absorbirt wurde. Im December 1784 stellte er unter dem Beistande des Herrn *Fox* den folgenden Versuch mit aller Sorgfalt an. Es ward in einen grofsen Windkessel (*air vessel*) der bei dem Anfange der Hauptröhre einer Wasserkunst stand, welche die Stadt Darby versorgt, ein Loch ohngefähr von der Gröfse eines Federkiels gebohrt. Das Wasser von 4 Pumpen, die durch ein Wasserrad getrieben werden, wird erst in den untern Theil des Windkessels gedrückt, und steigt aus diesem zu dem Gipfel der St. Michels-Kirche in ein Reservoir, das ohngefähr 35 bis 40 Fufs über der Ebene des Windkessels steht.

Zwei Thermometer wurden vorher an dem bleiernen Windkessel aufgehängt, um einerlei Temperatur mit ihm zu erhalten, und ihre Kugeln, so bald das Loch geöffnet wurde, gegen einander über so angebracht, dafs sie dem Luftstrom ausgesetzt waren. Das Quecksilber sank in beiden zwei Abtheilungen, oder 4 Grad. Dafs dieses Sinken des Quecksilbers aus keiner Verdunstung einer Feuchtigkeit von der Oberfläche der Thermometer her zu leiten war, beweisen sie dadurch, dafs man sowohl bei Verdünnung als Wiedereinlassung der Luft unter der Glocke sah, dafs dieser Dunst abgesetzt wurde.

Darwin bemerkt hiebei, dafs man ein dem vorigen ähnliches Phänomen an dem Herons-Brunnen (*Fountain of Hiero*), der nach einem grofsen Maafsstabe in dem Schemnitzer Bergwerke in Ungarn errichtet ist, beobachtet habe. In dieser Maschine wird die Luft in einem grofsen Gefäfse durch eine Wassersäule von 260 Fufs zusammengedrückt. Wenn alsdann ein Hahn geöffnet wird, durch den die Luft mit einer grofsen Kraft herausfährt, so, dafs sie ihrer vorigen starken Verdichtung zufolge nun sehr beträchtlich ausgedehnt wird, so fällt die darin enthaltene Feuchtigkeit als ein Schneegestöber mit Eis-

zapfen nieder, das sich an den Hahn anlegt. (Letzteres Phänomen ist in den *Philosoph. Transact.* 1761, Vol. LII, beschrieben, und zugleich ist auch die Zeichnung der Maschine beigefügt.)

Wrede sagt: (Gilbert's Annalen, B. XII, St. 3, p. 347) in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe falle das Thermometer nicht nur nicht nach dem Maaſse des Luftmangels, sondern ganz und gar, nicht.

Schon *Magow* sagte, daſs, wenn man die Luft schleunig aus einem Glase heraus ziehe, zuweilen Licht dabei entstehe. (Johann Mayow's chem. physiologische Schriften, aus dem Lateinischen von Dr. Johann Köllner, Jena 1799, p. 190.)

Professor *Weber* in Landshut bemerkte, (Vollständige Lehre von den Gesetzen der Electricität und von der Anwendung derselben; Landshut 1792, p. 5) daſs beim Abschiessen einer Windbüchse 1), deren Rohr aus Metall und mit einer ungefütterten Bleikugel geladen ist, die Kugel unter einem hellleuchtenden Lichtkegel aus der Oeffnung des Röhrs herausfährt.

1) Windbüchse (*Sclopetum pneumaticum*, *fusil à vent*) ist ein Schieſsgewehr, das eine solche Einrichtung besitzt, daſs eine stark verdichtete Luft an Statt des Schieſspulvers Kugeln auf die gewöhnliche Art in einem Laufe forttreibt.

Wo, und von wem, dies Gewehr erfunden wurde, ist unbekannt. (*Musschenbroeck introduct. ad philosophiam naturalem*, T. II, §. 2512) führt an, daſs sich in der Gewehrkammer eines Teutschen, des Herrn von *Schmettau* eine sehr vollkommene Windbüchse mit der Jahrzahl 1474 befunden habe. Der Gebrauch der Windbüchsen wurde aber im 17ten Jahrhunderte, wegen der entdeckten mechanischen Eigenschaften der Luft, häufiger als vorher. *Mersenna* (*Phaenom. pneumatic. prop.* 22. 23.) war der erste, der ihre Einrichtung, den Gebrauch und die Stärke derselben beschrieb. Die Teutschen, und besonders Nürnberger Künstler, haben gröſsere unter dem Namen Windkanonen verfertigt, welche Kugeln bis 4 Pfund treiben, und damit in einer Entfernung von 400 Schritten ein 2 Zoll dickes Brett durchboren. Das Wesentlichste an einer Windbüchse ist eine hinlänglich feste Windkammer, worin die Luft comprimirt wird. Diese befindet sich gleich unmittelbar an dem Schwanzstücke des Laufs, und ist von diesem durch ein Ventil getrennt, das so lange verschlossen bleibt, bis eine Kugel abgeschoſsen werden soll. Das Ventil wird vermittslst eines kleinen Druckes geöffnet, so wie er beim Flintenschloſs sonst gewöhnlich ist. Die ganze Einrichtung ist übrigens so gemacht, daſs das Ventil jedes Mal nur wenige Augenblicke offen bleibt, damit nur so viel Luft herausgehe, als eine Kugel fortzutreiben nöthig ist; und davon hat man die Bequemlichkeit, daſs mehrere Schösse nach einander geschehen können, ohne daſs es nöthig wäre von Neuem Luft einzupumpen.

Die gemeinen Windbüchsen mit einfachem Laufe haben die Windkammer im Schafte, den man vom Laufe abschrauben, und statt dessen eine Druckpumpe anschrauben kann, welche die Luft zu comprimiren dient. Um diese Verdichtung der eingeschloſsenen Luft desto weiter treiben zu können, verbindet man auch wohl mit der Pumpe eine Druckstange, indem man die Stempelstange an der Wand des Zimmers so befestigt, daſs sie sich daselbst frei

Professor *Wilhelm Remer* in Helmstädt, der *Webers* Werk nicht kannte, sagt über dies Phänomen (Gilbert's Annalen der Physik, B. VIII, St. 3, p. 337) Folgendes: „Eines Abends, da es ziemlich finster war, schofs ich zufällig eine sehr gute Windbüchse, die ich möglichst stark voll Luft geladen hatte, im Dunkeln ab. Ein über einen halben Fufs langer sehr heller aber augenblicklich verschwindender Blitz fuhr aus dem Rohre des Gewehrs heraus; und erhellte das ganze Zimmer. Ich wiederholte den Schufs mehrere Male, sah aber mit jedem Schusse das Licht geringer werden, und endlich ganz verschwinden, obgleich noch mehrere Portionen Luft in dem Gewehre waren." Nachher hörte er von mehreren Personen, die Windbüchsen besafsen, dafs auch sie dies Feuerphänomen beim Abschiessen der Büchsen bemerkt hätten. Er bemerkt noch, dafs das Leuchten nur bei einer sehr starken Ladung mit Luft erfolge. Kann man zwanzig Mal aus einer Windbüchse schiessen, so sieht man nach ihm dies Licht etwa bei den ersten fünf oder sechs Schüssen. Zuletzt ist es ein Lichtatom an der Mündung des Rohres, das kaum dem aufmerksamsten Auge sichtbar ist. Es erfolgt nach seiner Beobachtung aber auch nicht bei allen Windbüchsen; manche sehr gute Windbüchse leuchtet nicht, und wenn man sie auch bis zur Gefahr des Zersprengens mit Luft ladete; andere leuch-

drehen kann. Das andere Ende aber wird mit den Händen angegriffen, und so mit der Pumpe um den Schaft wechselsweise gehoben und niedergedrückt. (*Musschenbroek introd.* T. II, §. 2111.) Andere Windbüchsen besitzen einen doppelten Lauf aus zwei Cylindern, wovon der eine in dem andern steckt, so, dafs beide eine gemeinschaftliche geometrische Achse haben. Dieser Lauf ist an einem gewöhnlichen Flintenschaft befestigt, und in dem letztern eine kleine Druckpumpe angebracht, welche die Luft in dem Raume zwischen beiden Läufen zu verdichten dient. Die Stempelstange wird da, wo sie aus dem Schafte hervorragt, mit einem Ringe versehen, durch den man einen eisernen Bolzen steckt, wenn die Luft eingepumpt werden soll. Auf den Bolzen tritt man alsdann mit den Füfsen, greift den Lauf der Windbüchse mit den Händen an, und kann auf solche Art nur durch abwechselndes Heben und Niederdrücken der ganzen Windbüchse das Einpumpen bewirken. Man kann sich der Windbüchse bequem an Orten bedienen, um schädliche Thiere zu tödten, wo anderes Geschütz wegen zu befürchtender Feuersbrunst anzuwenden nicht rathsam wäre. Auch würden sich die Jäger bei der Jagd auf sehr vorsichtige Thiere, z. B. Gemsen, derselben mit Vortheil bedienen können.

Die Kraft der Windbüchse berechnet *Karsten* (in s. Lehrbegr. der gesammt. Mathem. Th. VI, Pneumat. Abschnitt IX.) Wenn man nach *Regnault* die Luft in den Windbüchsen 100 Mal dichter machen könne, so findet *Karsten* bei der Länge des Laufs 4 Fufs, dem Durchmesser der Kugel 3/8 Zoll, der Länge des Raums, der anfänglich die verdichtete Luft enthält, = 2 Zoll, dafs die Bleikugel mit einer Geschwindigkeit von 654 Par. Fufs in einer Sekunde aus dem Laufe getrieben wird, welche Angabe aber des Widerstands der atmosphärischen Luft wegen auf 628 Fufs herabzusetzen ist.

ten leicht; auch konnte *Remer* nicht bemerken, dafs die Stärke des Oelens des Gewehrs Einflufs auf die Erscheinung habe; denn, als das Gewehr seit einem Vierteljahre nicht geölt war, war das Leuchten eben so stark, als damals, da er es zum ersten Male wahrnahm, und das Schmieren eben frisch geschehen war.

Später (a. a. O. B. XVII, p. 25) erzählt er noch, die Intensität des Lichtes nehme in dem nemlichen Verhältnisse ab, in welcher die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe der Büchse abnehme. Anfänglich sieht er, wenn er mit 250 Kolbenzügen die in seiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht hat, einen Fufs langen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, der sein ganzes ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tannenes Brett in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein blofses bläulichtes Flämchen an der Spitze des Rohrs, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Gilbert bemerkte (a. a. O. B. VIII, St. 3, p. 340) in einer Note zu den ersten Bemerkungen des Herrn *Remer*, dafs schon vor geraumer Zeit ihm ein gewisser Kriegsrath von *Leyser* zu Halle von Windbüchsen, die im Dunkel losgebrannt einen Lichtstrahl ausstofsen, erzählt habe. Dieser habe behauptet, es finde die Lichterscheinung nur bei Windbüchsen mit eisernem Laufe, nicht bei solchen Statt, deren Lauf inwendig mit Messing gefüttert ist, und den Grund des Phänomens im hineingekommenen Sande gesucht. *Gilbert* konnte bei seiner Windbüchse mit messingenem Laufe kein Leuchten wahrnehmen, indessen läugnete er nicht, dafs nicht vielleicht der Grund des Misslingens in einer zu geringen Ladung zu suchen gewesen sein möchte.

Priestley bemerkt, dafs die Luft durch Verdünnung vermittelst der Luftpumpe nicht im Allergeringsten verdeckt werde.

Bewegung der Luft.

Unsere Erdatmosphäre ist in beständiger Bewegung; die Stille der Luft ist bei ganz schwachen Bewegungen nur scheinbar, wovon uns schon ein an einem leichten Seidenfaden aufgehangenes Korkkügelchen überzeugen kann. Jede Stöhrung des Gleichgewichts der Luftsäulen in Hinsicht auf Elasticität, specifisches Gewicht, Druck und Quantität der Luft, mufs ein Ausströhmen der Luft von einem Orte, und ein Hinströhmen nach einem andern hervorbringen. Wir empfinden die Bewegung durch den Stofs der Luft auf unsern Körper, wir sehen bewegte Wolken, und durch diese die verschiedenen Lufströhme; wir beobachten

achten durch die Unruhe in der Atmosphäre veranlaſste Ortsveränderung verschiedener beweglicher Körper. Der Matrose sucht bei schwacher Bewegung die Richtung derselben zu erkunden, indem er den Zeigefinger in die Luft emporstreckt. An welcher Seite des Fingers er eine Spur von Kälte empfindet, daher bewegt sich die Luft, weil sie daselbst durch vermehrte Ausdünstung die Wärme vermindert.

Die Bewegung der Luft in der Atmosphäre nennt man Wind, (*Ventus, vent.*) Ist die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft sehr groſs, so heiſsen die Winde auch Stürme, Orkane, Windbräute. Die Winde erhalten ihren Namen nach der Weltgegend, von welcher sie herkommen, Nord- (*Boreas*) Süd- (*Notus*) Ost- (*Solanus*) West- (*Favonius*) Winde. Eben so erhalten die Winde, die nicht gerade aus einer Hauptgegend wehen, den Namen der zugehörigen Nebengegend. Auf diese Art werden der Richtung nach 32 Winde unterschieden, als auſser den angeführten, Nordwest-, (*Caurus*) Süd-West- (*Africus*), Süd-Ost- (*Eurus*), Nord-Ost- (*Aquilo*), Nord-Nord-West-, West-Nord-West-, West-Süd-West-, Süd-Süd-Ost-, Ost-Süd-Ost-, Ost-Nord-Ost-, Nord-Nord-Ost-, Nord gen West-, Nord-West gen Nord-, Nord-West gen West-, West gen Nord-, West gen Süd-, Süd-West gen West-, Süd-West gen Süd-, Süd gen West-, Süd gen Ost-, Süd-Ost gen Süd-, Süd-Ost gen Ost-, Ost gen Süd-, Ost gen Nord-, Nord-Ost gen Ost-, Nord-Ost gen Nord-, Nord gen Ost-Wind.

Die meisten Winde sind horizontal, oder weichen doch nicht viel von der horizontalen Richtung ab, indessen können zufällige Ursachen im Luftkreise bewirken, daſs die Luftströhme nach allen möglichen Richtungen entstehen.

Die beständigen Winde wehen sehr gleichförmig und gelinde; ihre Geschwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fuſs in einer Sekunde. Die unbeständigen Winde hingegen sind heftiger und geschwinder. Bei einer Geschwindigkeit zwischen 40 und 60 Fuſs in der Sekunde heiſsen sie Stürme, und die noch geschwindern Orkane. *Mariotte* setzt zwar die Geschwindigkeit des heftigsten Windes nur auf 32 Par. Fuſs: aber *Derham* beobachtete schon einen Sturm von 66 englischen Fuſs Geschwindigkeit, wodurch eine steinerne Säule von 12 Fuſs Höhe, 5 Fuſs Breite, und 2 Fuſs Dicke abgebrochen ward. *Kraft* beobachtete am 24ten März 1741 zu Petersburg einen Orkan, der in einer Sekunde $109\frac{7}{16}$ Rheinl. Fuſs durchlief, und zu anderer Zeit einen von 123 Fuſs.

Diese unbeständigen Winde wehen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, vielmehr erfolgen sie gleichsam stoſsweise, oft mit erstaunlicher Gewalt, legen sich dann bald wieder, und fangen dann von Neuem zu wüthen an. Ge-

wöhnlich sind sie auf der See noch viel stärker, als auf dem Lande. Die Gewalt des Windes hängt von seiner Geschwindigkeit und der Dichte der Luft ab.

Lampadius führt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie p. 175.) folgende Arten der Winde nach ihrer Bewegung auf:

a) Gleichförmiger Wind, wenn die Bewegung der Luft in einer gegebenen Zeit mit ziemlich gleicher Geschwindigkeit erfolgt.

b) Windwellen, wenn die Bewegung in kurzen Zeiträumen d. i. sekundenweise stärker und schwächer ist. An einigen Orten sagt man alsdann der Wind fludert, oder er geht hohl, und bringt im Winter Thauwetter.

c) Windstöfse, wenn bei ziemlich ruhiger Luft zuweilen kurz anhaltende starke Luftbewegung eintritt.

d) Wirbelwinde. Sie bestehen aus einer Luftsäule die mit Heftigkeit um ihre Axe gedrehet wird, und zugleich eine fortgehende Bewegung zeigt. Ihre Wirkungen sind sehr gewaltsam. (Fischers phys. Wörterb. Artikel Wind; Gehlers Wörterb. derselbe Artikel.)

Euler bemerkt, (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre übersetzt aus dem Franz. v. Kries B. I. p. 11.) die Geschwindigkeit des Windes sei sehr mannigfaltig; ein mittelmäfsiger Wind gehe in einer Secunde durch zehn Fufs oder durch 600 in einer Minute. Ein Wind der zwanzig Fufs in einer Secunde, oder 1200 in einer Minute mache, sei schon ziemlich stark; mache er aber 50 Fufs in einer Secunde so sei er überaus heftig.

Verschiedene Luftströme in der Atmosphäre kann man oft sehr deutlich an der Bewegung der Wolken wahrnehmen. An Gewittertagen sieht man zuweilen drei bis vier verschiedene Wolkenzüge. Indessen darf man nach den Wolkenzügen nicht immer den Luftstrom beurtheilen, z. B. wenn sich verschiedene electrische Wolken einander anziehn, oder wenn die Wolken von hohen waldigen Gebirgen angezogen werden, so halten sie eine eigenthümliche von dem Luftstrom unabhängigen Bewegung. Oft giebt es Strömungen in der obern Luft, während es in der untern ganz ruhig ist. In gröfserer Höhe soll nach einigen Luftschifferberichten der Wind regelmäfsiger als an der Erde sein.

Es giebt auf der Erde Oerter, wo die Winde das ganze Jahr hindurch beständig sind; andere wo sie sich periodisch nach gewissen bestimmten Gesetzen verändern, und noch sehr viele andere wo sie das ganze Jahr hindurch beständig veränderlich sind, und bald von der einen, bald von der andern Weltgegend hergehen. Zwischen den Wendekreisen, und noch einige Grade über dieselben hinaus, weht auf dem Weltmeere ein beständiger Ostwind, welcher sich indessen nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehet, und sich bei dieser Abweichung nach dem Stande der Sonne richtet. Wenn nemlich die Sonne in den nördlichen Zeichen stehet, so zieht

sich dieser Wind auf der Nordseite weniger nach Norden, dagegen aber auf der Südseite mehr nach Süden und beim Stande der Sonne in den südlichen Zeichen findet gerade das Gegentheil Statt.

Dieser Wind wehet den gröfsten Theil des Jahrs hindurch nordwärts vom Aequator von 5 bis 30 Grad N. B. und südwärts von 1 bis 30 Grad S. B. Nahe am Aequator vorzüglich diesseits wehet ein äufserst schwacher Ostwind der gröfstentheil kaum bemerkbar ist; aber nur auf den Meeren bemerkt man diese Winde regelmäfsig.

Die Beschaffenheit dieser Winde hat *Halley* (*An historical. Account of the trade — Winds and monsoons observable in the seas between and near the tropiks* in den *Philosoph. Transact. n.* 138 p. 153) zuerst genau dargestellt, und *Musschenbroek* (*Introduct ad philosoph. natur. Tom* II. *Tab.* LXIV.) hat nach ihm und *Dampier* eine Karte geliefert, deren Anblick die Richtungen derselben deutlich übersehen läfst. 1)

1) *Halley* leitete die beständigen Winde zwischen der heifsen Zone aus der Erwärmung der Atmosphäre auf folgende Art ab: Weil sich die Sonne beständig zwischen den Wendekreisen von Osten nach Westen bewegt, so wird die Luft an dem Orte, in dessen Scheitel sie steht, am stärksten erwärmt, und die daselbst befindliche Luftsäule verdünnt. Dadurch müsse sich aber der ganze Theil der Atmosphäre erheben, und nach oben auf allen Seiten abfliefsen. Wegen der Wiederherstellung des Gleichgewichts müsse nun die untere kältere Luft von allen Gegenden zu fliefsen; diese werde aber durch die Sonne wieder erwärmt, und es müfste abermals kältere Luft von unten her zu kommen u. s. f. Da sich aber der Ort, wo dieses geschehe verändere und mit der Sonne vom Morgen gegen Abend fortrücke, so ergiefse sich die erwärmte Luftsäule vorzüglich gegen Morgen zu, und es bewege sich dagegen die untere kältere Luft besonders von Morgen gegen Abend; daher an den Orten, über welche die Sonne gerade hindurch gehet, und in der Nähe derselben, ein beständiger Ostwind bemerklich sein müsse. Dieser Wind müsse sich aber auch nach dem Stande der Sonne in der Ecliptik richten, und daraus erkläre sich, dafs sich dieser Wind nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehen müsse. *D'Alembert* (*Reflexions sur la cause gènerale des vents, pièce, qui a remporté le prix par l'Academ. roy. de Prusse pour l'ann.* 1747. 4.) untersuchte welchen Einflufs die Anziehung des Mondes auf die Gestalt des Luftkreises haben müsse. Er fand, dafs diese Wirkung auf die Luftmasse viel zu gering sei, um je durch eine Barometerveränderung merklich zu werden; hieraus müsse aber doch ein beständiger Luftstrom von Osten nach Westen entstehn, daher man diese Ursache bei der Erklärung des beständigen Ostwindes wenigstens als mitwirkende Ursache ansehn müsse. *Halleys* Erklärung der beständigen Ostwinde der heifsen Zone setzte *Hube* (über die Ausdünstung u. s. w. Leipzig 1790. 8. Cap. 57) sehr wichtige Gründe entgegen. Nach ihr, sagt er, hinge der allgemeine Ostwind blofs von dem Unterschiede in der täglichen Wärme des Orts ab. Dieser Unterschied ist aber in den kalten Ländern noch viel gröfser, als unter

Oo 2

Zu den periodischen Winden gehören die **Passatwinde**, **Mussons** (*venti anniversarii*, *Moussons*) und die abwechselnden **Land- und Seewinde** an den Küsten der heifsen Zone. Unter den Passatwinden versteht man die Winde, die eine Zeit des Jahrs hindurch nach einer gewissen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengesetzten wehen. Dergleichen Winde finden sich häufig besonders auf den ostindischen, chinesischen und andern eingeschränkten Meeren zwischen den Wendekreisen. Diese Winde sind östlich, und nehmen ihre Richtung nach Süden; sehr oft kommen sie von der Südseite, und machen den Ost-Süd-Ostwind, und von der Nordseite, da sie denn den Ost-Nord-Ostwind darstellen. Die Südwinde indessen erstrecken sich oft bis jenseits der Linie. Diese Winde sind auf dem grofsen Südmeere sehr regelmäfsig, und wehen bis an die afrikanische Küste hin, von der Seite von Madagascar; allein vom indischen Archipel, bis an dieselben Küsten von Afrika, nordseits der Linie, verändern sie sich alle sechs Monate.

der Linie. Daher müfste sich auch bei uns am Nachmittage die erwärmte westliche Luft erheben, und der kältern östlichen Platz machen. Und wenn auch dieser allgemeine Wind bei uns nicht völlig östlich, sondern nordöstlich wäre, so müfste er doch regelmäfsig sein. Wir bemerken aber dergleichen nicht, und wollte man Ursachen angeben, die diesen regelmäfsigen Gang verhinderten, so müfste man zeigen, dafs diese Ursachen in der heifsen Zone nicht Statt finden. Ferner folgt aus *Halleys* Erklärung nicht, dafs die Bewegung der Luft nach Osten den ganzen Tag daure. Bei Sonnenaufgang ist vielmehr die Luft nach Osten hin warm und leicht, daher müfste sie aufsteigen, und die westliche kalte und schwere dagegen eindringen. Dieser Westwind des Morgens müfste viel stärker sein, als der Ostwind gegen Abend, weil die Wärme den ganzen Tag über nie schneller zunimmt als bei Sonnenaufgang. Aber dergleichen Westwind zeigt sich unter dem Aequator nicht, und bei uns kommen die Winde, die sich bei Sonnenaufgang erheben, ohne Unterschied aus allen Weltgegenden. Daher mufs man schliefsen, der Unterschied in der täglichen Wärme, sei nicht vermögend einen wirklichen Wind zu verursachen. Dies wird man auch leicht finden, wenn man bedenkt, dafs dieser Unterschied im Mittel nicht über neun bis zehn Grad geht, welches doch wohl zu wenig ist, um den Zusammenhang der Luftmassen zu trennen, wozu noch kömmt, dafs die Sonne bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung in einer Minute Zeit durch das Zenith vieler Meilen geht, und also die Luft auf viele Meilen weit so schnell in andern Stand bringt, dafs schon die Kürze der Zeit keine Entstehung eines Windes gestattet. Auch der *d'Alembertschen* Erklärung durch die Anziehung des Mondes setzt *Hube* entgegen, eine solche Veränderung der Schwere der Luftsäule müsse auf den Stand des Barometers Einflufs haben, auch müsse man in der Stärke des allgemeinen Windes Veränderungen wahrnehmen, die sich nach dem Stande und der Veränderung des Mondes richteten, wovon sich doch keine Spur zeige. *Hube* selbst leitet den regelmäfsigen Ostwind zwischen den Wendekreisen vielmehr von der Umdrehung der Erde her, welche die Punkte des Aequators schneller als die Stellen der Parallelkreise fortführt. Die untere Luft mufs aus beiden Halbkugeln der Erde

Folgende sind einige der bekanntesten Moussons:

Zwischen Madagascar und den afrikanischen Küsten S. O. Wind vom October bis zum May, übrigens W.

Zwischen Arabien und Malabar vom April bis October S. O. übrigens N. W. Von Sumatra an längst der chinesischen Küste vom October bis May N. N. O. alsdann S. W.

An der Brasilianischen Küste vom September bis April N. O. und die übrige Zeit S. W.

beständig nach den Gegenden um die Linie fliefsen, weil hier die Hitze beständig am gröfsten ist, daher die leichtere Luft erhoben, und unten von beiden Seiten her durch schwerere ersetzt wird. Diese zuströmende Luft kommt also nach und nach über Punkte, die sich immer schneller gegen Osten drehen. Da sie diese Geschwindigkeit nicht augenblicklich mit annehmen kann, so bleibt sie gegen die Oberfläche der Erde nach Westen zurück, und verursacht dem Körper, den die Umdrehung schneller durch sie hindurch führt, die Empfindung eines östlichen Windes, der sich nordwärts der Linie in Nordost, südwärts in Südost verändert. Schon *Mariotte* (*Traité du mouvement des eaux P.* I. *disc.* III. in den *Oeuvres* p. 341. *sqq.*) hat dieselbe Erklärung des beständigen Ostwindes der heifsen Zone gegeben.

Lampadius giebt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärol. p. 185 ff.) folgende Erklärung: Durch die stärkere und gleichförmigere Wärme in den wärmern Gegenden wird die Aequatorluft ausgedehnt, specifisch leichter und zum Aufsteigen gezwungen. Die Polarluft strömt an der Oberfläche der Erde sowohl vom Nordpol als vom Südpol dem Aequator zu. Sie würde disseits des Aequators reinen Nord- und jenseits desselben reinen Südwind hervorbringen, wenn sie auf ihrem Wege die Erdoberfläche, die sich in gleicher Geschwindigkeit mit ihr herumdrehete anträfe. So aber trifft die Polarluft Parallele der Erdoberfläche, die sich mit vermehrter Geschwindigkeit unter ihr fortbewegen an, und ehe sie diese Geschwindigkeit auch erreicht, bleibt sie zurück, und wird disseits des Aequators in eine nordöstliche und jenseits in eine südöstliche Richtung gebracht. In der Mitte des Zusammenströmens beider Ströme mufs natürlich ein ruhiger Zustand der Luft eintreten. Dafs diese Mitte mehr disseits des Aequators als zu beiden Seiten gleich trifft, erklärt man daher, dafs überhaupt nicht der Aequator der Wärme mit dem Erdäquator zusammentrifft, und die nördliche Halbkugel mehr Wärme als die südliche hat. Die unter dem Aequator aufsteigende Luft strömt nach dieser Erklärung in den oberen Regionen wieder nordwärts und senkt sich allmählig nach den Polen zu. Daher kann zuweilen mitten im Winter in tiefen Norden ein warmer Südwind eintreten, wärend in mittleren nördlichen Breiten starke Kälte herrscht. Bestände die ganze Erdkugel aus Wasser, oder wäre sie ohne Gebirge und mit Sand bedeckt, so würde allenthalben ein regelmäfsiger Wind wehen der nur durch atmosphärische Zersetzungen unterbrochen würde. Die Gebirge mit ihren Eismassen aber bringen die gröfsten Abweichungen hervor. Eintretende Gewitterstürme stören indessen so wohl diese östlichen Winde als auch die Mussons.

Hieher gehören auch die Ἐτησίαι der Griechen, welche in den Hundstagen aus Norden kühlend weheten, und die Χελιδόνιοι oder Ὀρνιθίαι aus Süden im Winter erwärmen.

Nachrichten von den Passatwinden findet man aus den Nachrichten von den Ostindienfahrern und den ältern Geographen gesammelt bei *Halley* (*An historical account of the trade — and monfonns etc.* in der *Philosoph. Transact. no.* 188. p. 153) und *Musschenbroek* (*Introduct. ad philos. natural. T.* II. §. 2570 *sqq.*), der sie *motiones* nennt. Von den Passatwinden des indischen Meers handelt sehr vollständig Kapitain *Forest* (*A treatise on the monscons in East. India London*, 1784. 8.) 1)

1) Die Ursachen von den Passatwinden hat *Halley* vorzüglich in den verschiedenen Stellungen der Sonne nach den Jahrszeiten gesucht, dabei aber auch zugleich auf die Beschaffenheit des Bodens, auf die Lage der Gebürge u. dgl. Rücksicht genommen. Nach ihm wird durch die Erwärmung der Luft in Arabien, Persien und Indien vom April bis zum September ein Wind verursacht, der dem allgemein in diesen Gegenden herrschenden Nordost entgegengesetzt ist, mithin ein Südwestwind; dagegen der Nordost im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge noch mehr verstärkt wird. Aber die von Halley angeführten Ursachen von der Entstehung der Passatwinde scheinen schon darum nicht hinreichend zu seyn, da dergleichen in andern Meeren unter gleicher Breite von denselben Ursachen nicht entstehn.

Hube (über die Ausdünstung, Cap. 61, p. 352 f.; und vollständiger und faſslicher Unterricht in der Naturlehre, B. II. 35 Brief, p. 270 f.) leitet die Entstehung der Passatwinde, die auf dem Meerbusen zwischen Arabien, Persien und Malabar herrschen, wie auch die auf dem Meerbusen von Bengalen, die die bekanntesten sind, von den weit ausgedehnten und bergigen Ländern, welche beide Meerbusen gegen Norden umgeben, her. Diese werden nemlich im Winter viel stärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher flieſst die Luft von ihnen oft mit Ungestüm gegen die Linie, mehrentheils nordöstlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Westwinde herrschen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich; der Nordostwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu flieſsen. Diese hat wegen der Drehung der Erde eine immer mehr westliche Richtung, je weiter sie über dem Meere fortgeht, und sie führt, weil alsdann die Regenzeit diesseits der Linie ist, schwere Gewölke mit sich, die sie gegen die Küste von Malabar treibt, wo sie sich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigsten Platzregen ergieſsen.

Ueber die Küste von Coromandel ist indessen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünsten gereinigte westliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordost her gegen dieselben Gebirge getrieben, und es bilden sich daselbst in ihr durch die Kälte in den kältesten Monaten, dem November, December und Januar an der westlichen Seite eine Menge schwerer Gewölke, die nachher mit Westwinden heraufkommen, und auf der Küste Regen und Ungewitter veranlassen. Indessen ist der Himmel in Malabar heiter. Dieser Unterschied so naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beide von einander sondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen Gatischen Gebirge viel stärker und schneller, als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird also schwer, und bewegt

Was die abwechselnden Land-und Seewinde an den Küsten der heifsen Zone betrifft, so wehen die Landwinde des Nachts nach der See zu, die Seewinde am Tage vom Meere landwärts. So wehet auf St. Domingo gemeiniglich ein Ostwind vom Meer her von 10 Uhr Vormittags bis 6 oder 7 Uhr Abends, worauf ihn Westwind vom Lande ablöst, welcher die ganze Nacht hindurch anhält. Die Seewinde sind an den Vorgebirgen am stärksten in den Meerbusen am schwächsten, herrschen rund um die Inseln, und sind beim klaren Wetter regel-

sich unten an der Erde gegen das Meer zu. Auf diese Weise entsteht der Westwind in Coromandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zufliefsende Luft sich über dem Lande erheben mufs, und dadurch erkältet wird, so schlagen sich aus ihr die Dünste nieder, und verursachen starke und anhaltende Regen.

Nach *de la Metherie* (Theorie der Erde, aus dem Franz., B. I. Leipzig 1797, p. 197) ist es vorzüglich die Sonne, die macht, dafs der Luftstrom eher von der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenseits Indien ist, herkömmt; denn in derselben Zeit, da die Sonne in unserm Gesichtskreise ist, erwärmt sie sehr stark den ganzen Theil von Afrika, der diesseits des Aequator liegt, Aethiopien, Abyssinien, Aegypten u. s. w. und mufs demnach die Nordwestwinde hervorbringen; denn die Luft ist daselbst weit dünner als die, welche über dem indischen Meere ist; sie mufs daher von dieser Seite entweichen, so wie sie über dem atlantischen Meere von der Seite des Cap Vert und des Cap des Canaries ihre Stelle verläfst, welcher Umstand Gelegenheit giebt, dafs der Ostwind mehr Stärke erhält; zu derselben Zeit treibt sie die Dünste des rothen Meers, des persischen Meerbusens und selbst einen Theil der Dünste des mittelländischen Meers gegen die Gebürgskette an den Küsten, besonders bei Malabar, und dadurch entstehen starke und anhaltende Regengüfse. Diese Regen kühlen die Luft ab, und verdichten sie noch stärker, so dafs der Strom um so mehr genöthigt ist, seine Richtung nach Westen zu nehmen. Die Gipfel der Abyssinischen Berge, welche mehr nach Osten als nach Westen gekehrt sind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bei, und diese verschiedenen Ursachen sind es, welchen den Westmoufson auf dem indischen Meere zu der Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden diese Ursachen nicht Statt, der Ostmoufson oder der ordentliche Wind erhält daher seine gewöhnliche Richtung wieder, und führt die Regenzeit nach Coromandel hin, weil die Dünste des indianischen Meers verdichtet und nach der östlichen Küste des Gebirges Gate getrieben werden.

Lampadius sagt (a. a. O. p. 187) folgendes über die Ursache der Moufsons: Sie richten sich nach dem Stande der Sonne gegen die Länder und Meere. Das Land wird stärker als das Meer erwärmt, und die Seeluft strömt dem Lande zu. Je stärker nun und gleichförmiger diese Erwärmung geschieht, um so anhaltender und regelmäfsiger ist der Wind. In einem andern Falle wird ein benachbartes Meer stärker erwärmt, als ein angrenzendes hohes gebirgigtes Land, und in diesem Falle stürmt die Luft von dem Lande dem Meere zu. Wieder ein anderes Mal wird eine Insel durch einen Gebirgskamm in der Mitte in zwei Theile getheilt, und je nachdem die Sonnenstrahlen länger an diese oder an jene Seite antreffen und sie erwärmen, entsteht ein Moufson nach dieser oder jener Seite des Gebirges hin. Daher hat ein Küstenland zwei ganz entgegengesetzte Moufsons, wo alsdann während des Uebergangs von einem zum andern eine Windstille herrscht.

mäfsig. Sie gehn aber nie weit ins Land hinein. Die Landwinde gehen auf der Insel von der Mitte aus nach allen Seiten; zuweilen reichen sie kaum bis über die Ufer, zuweilen erstrecken sie sich eine halbe Meile und noch weiter ins Meer hinein. Von den Vorgebirgen kommen die schwächsten Landwinde, dagegen sind sie in den Meerbusen am stärksten. 1)

Der Raum innerhalb welchem die regelmäfsigen Winde weder östlich noch südlich sind, fällt nicht wie man glauben sollte, an den Aequator selbst, sondern vom 3 bis 5° nördlicher Breite. In dieser schmalen Zone giebt es ohne Unterlafs Windstillen mit häufigem Regen begleitet, auch unregelmäfsige und stürmende Winde, mit Blitz und Donner. 2)

In den gemäfsigten und kalten Zonen herrschen nur beständige Winde. Inzwischen wehen fast an jedem Orte gewisse Winde häufiger als andere; sie finden sich aber nicht zu gewissen Zeiten und in regelmäfsiger Ordnung ein. Diese Winde erstrecken sich oft über 100 Meilen weit, und führen oft eine wärmere Luft zu, als vorher an dem Orte war. Die Ursache dieser veränderlichen Winde ist schwer anzugeben. 3)

1) Alle diese Wahrnehmungen machen es sehr wahrscheinlich, dafs die abwechselnden Land- und Seewinde ihren Grund in der ungleichen Erwärmung der Erde und des Wassers haben. In der Nacht wird nemlich das Land schneller erkältet, und die untere dichtere Luft verbreitet sich gegen die auf dem Meere liegende dünnere, dagegen am Tage, wegen der schnellern und stärkern Erwärmung des Landes das Gegentheil Statt hat.

2) Der Grund, warum die beiden grofsen Luftströme nicht im Aequator selbst, als in der Mitte beider Halbkugeln der Erde zusammentreffen, liegt in der ungleichen Anhäufung der Wärme, welche durch den längern Aufenthalt der Sonne in der nördlichen Halbkugel hervorgebracht wird. *Aepinus* (*Cogitationes de distributione caloris per tellurem*) setzt die Wärme beider Hemisphäre wie 14 : 13, wobei aber auf die gröfsere Nähe der Sonne im Sommer der nördlichen Länder nicht Rücksicht genommen ist. Dagegen zeigt Herr *Prevost* (über die Grenze der regelmäfsigen Winde; aus dem *Journal de Physique*, 1791; übers. in Gren's Journal der Physik, B. VIII. p. 88 f.), wie die Lage des Aequators mit dem Verhältnifse der Wärme zusammenhänge, und findet, das letztere müfse = 11 : 9 seyn, wenn die Gränze vom Aequator 4° entfernt liege.

3) *Musschenbroek* giebt (*Introduct. ad philos. natural*, T. II. §. 2619 sqq.) einige Berechnungen über die Gewalt des Windes, wobei er annimmt, das Moment des Windes verhalte sich wie das Produkt der Luftmasse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Nach dieser Voraussetzung müfsen sich die Geschwindigkeiten von Wasser und Luft, wenn beide gleichviel wirken sollen, wie die Quadratwurzeln ihrer specifischen Gewichte verhalten. Auch lehren die Versuche, dafs die Luft etwa 24 Mal schneller, als das Wasser sich fortbewegen müsse, um mit diesem eine gleiche Wirkung auf eine ebene Fläche zu thun. Die Kraft des Stofses eines fliefsenden Wassers ist nun dem Gewichte einer Wassersäule gleich, welche die gestofsene Ebene zur Grundfläche und die der Geschwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat. Wenn daher das Wasser

Alle Winde sind nach Beschaffenheit der Orte, von denen sie kommen, und über die sie gestrichen sind, warm oder kalt, trocken oder feucht. So sind alle Winde, die von den Polen von hohen mit Schnee bedeckten Bergen und von der See herkommen kalt, indessen die, die von der Seite der Linie ausgehen, zumal wenn sie ihren Weg über festes Land genommen haben, welches ununterbrochen den senkrechten Strahlen der Sonne ausgesetzt war, und die, welche von ebenen Gegenden herkommen, warm und brennend heifs sind; so ist der Ostwind von der ganzen westlichen Küste von Afrika sehr warm; auf der östlichen Küste von Amerika aber ist der Wind kühl. Die Westwinde sind in Europa kalt, und eben dieses gilt auch zur Winterszeit vom Ostwinde, der hingegen im Sommer warm ist; der Südwind ist es noch mehr, ob er gleich einen Theil der Wärme, den er besafs, als er von Afrika ausgieng, über dem mittelländischen Meere abgesetzt hatte. Indessen kann der Südwind für die Länder, welche an der Nordseite grofser Gebirge liegen, kalt sein; denn, wenn z. B. die Alpen mit Schnee bedeckt sind, so wird dieser Wind in die Gegenden, die ihre Lage an der Nordseite derselben haben, Kälte bringen. Auch in Hinsicht der Orte, durch die die Winde ihren Gang genommen haben, werden sie trocken oder nafs sein; überhaupt sind diejenigen, welche über grofse Striche festen Landes gegangen sind, trocken, indessen diejenigen, die über das Meer herkommen, regnicht sind. So sind z. B. für Frankreich die Süd-

in einer Sekunde 1 Pariser Fufs durchläuft, so wird die Kraft des Stofses auf 1 Quadratfufs Fläche dem Gewichte von 1/60 Cubikfufs Wasser gleich, oder wenn man den Cubikfufs Wasser = 63 Pfund schwer annimmt, 1 1/20 Pfund seyn. Eben so grofs ist die Gewalt eines Windstofses, der in einer Secunde 24 Fufs durchläuft. Derstärkste beobachtete Sturmwind von 123 Fufs Geschwindigkeit in einer Sekunde geht ohngefähr 5 1/8 Mal schneller, wird folglich 26 Mal stärker wirken, und auf einen Quadratfufs Fläche mit einer Gewalt von 16. 1 1/20 oder etwa 27 Pfund stofsen. Hieraus läfst sich nun leicht ein Ueberschlag machen, dafs er auf einen 58 Fufs hohen Baum, mit einer Krone von 50 Fufs Breite, und einem Stamme von 10 Fufs Höhe eine Kraft von 4200000 Pfund, und auf einem Thurm, welcher 150 Fufs hoch und auf jeder Seite 30 Fufs breit ist, eine von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben müfse. Auf denselben Gründen beruhet die Rechnung des Windstofses gegen ebene Flächen, welche derselbe entweder nach senkrechter oder schiefer Richtung, wie bei den Windmühlenflügeln trift. *Karsten* (Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. VI, 1771, Pneumatik, Abschnitt IX) hat die ganze Theorie mit gehörigen Anwendungen zusammenhängend vorgetragen. Man nimmt gewöhnlich an, der Druck, den eine auf die Richtung des Windes senkrechte Fläche = $\mathfrak{b}$ leidet, wenn des Windes Geschwindigkeit der Höhe $\mathfrak{a}$ zugehört, und die Dichtigkeit der Luft = $\mathfrak{g}$ gesetzt wird, sei = $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{g}$. Dies stimmt mit *Newton's* Theorie vom Widerstande überein, welches auch nothwendig Statt haben mufs, indem der Erfolg der nemliche bleibt, es mag sich die feste ebene Fläche in der ruhenden flüfsigen Materie bewegen, oder umgekehrt die flüfsige Materie mit gleicher Geschwindigkeit gegen die ruhende Fläche stofsen.

winde, die über das mittelländische Meer gehen, und die Westwinde, die ihren Weg über das atlantische Meer genommen haben, nafs, die Ost- und Nordwinde hingegen, die über grofse Strecken festen Landes gegangen sind, sehr trocken.

Aristoteles (*Meteor.* L. III.) *Senecca* (*Quaestiones natur.* V, p. 12.) und *Plinius* (*Historia natur.* II, p. 48.) erwähnen besondere Arten plötzlicher Stürme und Orkane (*repentini flatus*) unter den Namen *Prester*, *Exhydria*, *Ecnephias*, *Typhon*. Der Prester soll ein mit Blitzen begleiteter Sturmwind sein, und wird gewöhnlich für das jetzt unter dem Namen der Wasserhose bekannte, unter Luft und Wasser näher zu erwähnende, Meteor gehalten.

Die Exhydria, wobei eine Menge Wasser herabstürzt, wird gewöhnlich für den Wolkenbruch erklärt; so wie der Ecnephias, der aus einer Wolke hervorbricht, den im äthiopischen Meere, und vornemlich am Cap der guten Hoffnung vorkommenden, sogenannten Travados ähnlich zu sein scheint. Diese Travados bestehen aus kleinen schwarzen Wolken, die sich bei stillem und klarem Wetter zeigen, innerhalb einer kleinen Stunde sich weit verbreiten, uud die schrecklichsten Stürme hervorbringen, welche zuweilen den ganzen Compafs durchlaufen, Schiffe umwerfen, und Alles, was ihnen vorkömmt, zerstöhren. Auf der Küste von Guinea gibt es deren oft 2 bis 3 des Tages, im Aprill, Mai und Jenner; eben so in Loango, Guardaful, und auf dem Cap der guten Hoffnung, wo besonders die Travaden vom Tafelberge unter dem Namen des Ochsenauges bekannt sind. Der Typhon wird als ein heftiger gleichfalls aus einer Wolke hervorbrechender Wirbelwind beschrieben.

Der *Abbé Rochon* beschreibt in seinen Reisen nach Maroko und Indien in den Jahren 1767 bis 73 zwei solcher Orkane, welche 1771 auf *Isle de France* plötzlich in ihrer ganzen Stärke erschienen. Folgendes sind die Hauptereignisse dabei: 1771 im Februar bei heiterm Wetter fiel das Barometer ungewönlich, d. i., in 24 Stunden fünf und zwanzig Linien. Die Sonne war hell untergegangen. Um sieben Uhr aber schon brach das Ungewitter los. Der fürchterlichste Orkan tobte von allen Seiten des Horizonts her. Alles wurde niedergerissen, und die Schiffe an der Küste zertrümmert. Der Regen schofs in starken Ströhmen herab, und es blitzte und donnerte unaufhörlich. Das Wetter dauerte unaufhörlich 18 Stunden, und liefs erst nach, als das Barometer wieder stieg, das war des andern Tages um 3 Uhr. Die Insel stellte ein schreckliches Bild der Verwüstung dar.

Oft sind diese Stürme kürzer, oft gehen sie in der Nachbarschaft vor, und machen die Luft nur unruhig, ohne dafs es regnet. Bei dem Orkane, der im

December 1791 in Teutschland wüthete, war der eigentliche Mittelpunkt desselben in der Spandauer Gegend in Preufsen. Zu Göttingen war Südwest- zu Königsberg Nordostwind. Die Spandauer Wälder wurden niedergerissen, und dort gab es beim Sturme Blitz, Donner und Regen.

Unter den Winden, die eigenthümliche Beschaffenheiten besitzen, sind vorzüglich einige in den heissen Ländern merkwürdig. Dahin gehört der *Sirocco*, der in Italien und noch heftiger in Sicilien weht; er erstreckt sich über einen grofsen Theil des mittelländischen Meeres, ja er dringt in die Schweiz, wo er unter dem Namen des Fön bekannt ist. Zu Palermo soll er höchstens nur 40 Stunden anhalten, in Italien aber zuweilen mehrere Tage, ja Wochen nach einander wehen. Er kömmt aus den heissen Sandwüsten von Afrika, und ermattet Menschen und Thiere. Die Atmosphäre ist, so lange er wehet, trübe und neblicht, so dafs die Sonne nicht scheint, ohngeachtet man keine Wolken am Himmel sieht. Aehnliche Winde, die aber noch viel heisser, und zuweilen tödlich sind, hat man in Aegypten, Arabien, Persien und andern heissen Ländern. Sie kommen immer aus Sandwüsten, und haben daher auch in verschiedenen Gegenden ganz verschiedene Richtungen Dagegen hat der Hermattan ein Ostwind auf der Küste Senegal von der grofsen Wüste in Afrika in einigen Gegenden keine vorzügliche Wärme. Er ist aber äufserst trocken, und ebenfalls mit einer neblichten Luft begleitet. Man kann oft, wenn der Hermattan weht, nicht 20 Schritte weit sehen, und es sondert sich zuweilen, wenn die Luft sich nachher klärt, ein bräunlicher unfühlbarer Staub aus der Luft, der alles Linien dick bedeckt. Während er wehet, springen die Lippen auf, die Haut wird spröde, und gibt durch die Risse Blut.

Aber der gefährlichste unter diesen ausserordentlichen Winden ist der, den die Araber Sam, Smum, Samum oder Samiel nennen. Er ist an den Grenzen von Arabien und um Mecka, um den Euphrat und in Persien bekannt. Seine Ankunft erkennt man an einer feurigen Röthe, die sich am Himmel zeigt. Man hört ein Zischen und Prasseln in der Luft, indem er sich erhebt, und er tödtet wie der Blitz, Menschen und Thiere, die ihn einathmen, in einem Augenblicke. Dieser heisse Wind kömmt ebenfalls alle Zeit aus brennenden Sandwüsten, hält aber nur etwa eine Viertelstunde an. Man mufs sich mit dem Gesichte auf die Erde werfen, wenn man seiner Wuth entgehen will, wovon uns die Thiere ein Beispiel geben, welche ihre Köpfe senken, und sie dicht an die Erde halten, wenn dieser Wind ankommt. Befindet man sich mitten auf einem Flusse oder einem Gebirge, so hat man nichts zu befürchten. Die Körper der Menschen und Thiere, die er tödtet, faulen ausserordentlich schnell. *Hube* glaubt, dafs alle diese Winde, besonders aber der Smum, mit Electricität überladen sind.

Der Chamsin in Aegypten scheint von ähnlicher Beschaffenheit aber doch nicht ganz so heftig zu sein.

Noch müssen wir des Ostwinds bei Sonnenaufgang Erwähnung thun. Bei heiterm ruhigen Wetter bemerkt man ihn kurz vor Sonnenaufgange und noch eine kurze Zeit nachher. Er ist nicht heftig und fast gleichförmig. 1)

1) Lampadius meint, dieser Wind entstehe dadurch, dafs, da die obern Schichter der Luft früher, als die untern erwärmt werden, und mithin die Wirkung der ersten Sonnenstrahlen sich in der Höhe schon weiter westwärts, als nahe an der Erde erstreckt, ein schräg aufsteigender Zug der Luft von Osten nach Westen nahe an der Erde entstehen müsse, welcher so lange dauert, bis alles ziemlich ins Gleichgewicht gesetzt ist. Andere Naturforscher erklären diesen Ostwind durch die erste Verdünstung, welche die Sonnenstrahlen erregen, oder durch das Fallen des Thaus u. s. w.

Im Allgemeinen ist die Theorie des Wiudes noch sehr unvollkommen. Baco von Verulam handelt in seiner Lehre von den Winden (Historia natur. et experim. de ventis in opp. 1665, p. 439) von den allgemeinen periodischen und einem Lande, oder einer Jahrszeit eigenthümlichen Winden, von den Gegenden des Himmels, von denen sie kommen, von ihren verschiedenen Eigenschaften, von ihrem örtlichen und zufälligen Ursprunge, von den ausserordentlich und plötzlich entstehenden Winden, von den Ursachen, die sie verstärken und schwächen, von ihren Gesetzen in Rücksicht der Zeit und des Raumes, von ihrer Nacheinanderfolge, ihren Bewegungen, Wirkungen, ihren Vorhersagungen und von den verschiedenen Methoden sie nachzuahmen. Den vorzüglichsten Grund aller dieser Winde setzt Baco in die Erwärmung und Erkältung der Atmosphäre. Ueberhaupt haben alle, welche von der Theorie der Winde geschrieben haben, als Colepreſs (Philosoph. Transact. No. 26), Garden (Philosoph. Transact. No. 175), Wargertin (Schwed. Abhandl. B. XXIV, v. Jahr 1762, p. 173 f.), Strahl (Theorie des Windes und der Kälte, in den Leipziger Samml. zur Physik und Naturgeschichte, B. II, St. 5, p. 575) u. m. Erwärmung und Erkältung als Hauptursachen von der Entstehung der Winde angenommen.

d'Alembert (Reflexions sur la cause génerale des vents) behauptet, dafs die Wirkung der Sonne und des Monds auf die Luft die Hauptursachen der Winde seien, indem erstere theils als warmmachend verdünne, und dadureh Ströhme veranlafse, theils durch Anziehung wirke, letzterer aber durch Anziehung zu den Winden beitrage, wobei er die Winde mit der Ebbe und Fluth, die gleichfalls dem Monde zugeschrieben werden müsse, vergleicht. Seine Hypothese ist auch in den Mémoires de l'Académie à Paris, an. 1750, p. 41 ff.) angeführt. Ausser diesen Hauptursachen findet er noch andere in den in verschiedenen Gegenden verschieden in die Atmosphäre sich erhebenden Dünsten der Richtung der Berge und Gebürgsketten, und die Oeffnung ihrer Pässe.

Musschenbroek (Introduct. ad philosoph. natural. T. II, §. 2601 sqq.) theilt die Ursachen der unbeständigen Winde in vier Classen, je nachdem sie sich unter der Erde, auf der Erdfläche, im Luftkreise, oder endlich über dem-

selben befinden. Von den unterirdischen Winden, welche aus den Aeolushöhlen hervorbrechen, zeugen viele Beobachtungen. Als Ursachen derselben lassen sich ungleiche Erwärmung und Erkältung in communicirenden Gängen, Wind durch einen Fall des Wassers veranlafst, unterirdisches Feuer, Erdbeben, Durchstreichen des äufsern Windes durch Gänge unter der Erde u. dgl. angeben. Bisweilen brechen solche Winde aus dem Meergrunde hervor, und verursachen ein Aufwallen und Brausen des Wassers. Auf der Erdfläche giebt es fast unzählbare Umstände, die die Luft bewegen können, die Meereswellen, aufsteigende Dünste, starke Feuer und Explosionen, das Schmelzen des Schnees, Fall der Körper, Gährung und Fäulnifs der Körper, durch die Menge entwickelter elastischer Materien u. s. f. Im Luftkreise aber sind ohne Zweifel die Hauptursachen, als Verdichtung und Verdünnung der Luft durch Kälte und Wärme, durch Aufsteigen der Dünste und Herabfallen des Regens, durch Erweiterung und Zusammendrückung der Wolken, die Luftelectricität, die Erkältung der Luftsäulen durch den Schatten der Wolken, und das Aufbrausen verschiedener einander begegnender Ausdünstungen, wodurch sich elastische Flüssigkeiten erzeugen; endlich der Blitz, indem er die Luft aus der Stille treibt, und andere veranlafst sich in den leeren Raum zu ergiefsen. Ueber dem Luftkreise endlich finden sich noch Ursachen der Winde in der Anziehung der Luft durch die Sonne, und vornehmlich den Mond, welche auf die Luft eben so wie auf das Meer wirken sollen.

De Luc (Neue Ideen über Meteorologie, Th. II, §. 840 f.) führt als die am besten bekannten Ursachen der regelmäfsigen Winde den jährlichen und täglichen Lauf der Sonne, nebst der Bewegung an, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Axe mitgetheilt wird. Diese letztere nemlich mufs der Luft, die vom Aequator in die nördlichen Polarkreise übergeführt wird, wo die Umdrehung langsamer erfolgt, eine Richtung nach Osten geben, weil diese Luft die ihr mitgetheilte stärkere Bewegung nach dieser Gegend noch eine Zeitlang beibehält; dadurch mufs sich der Wind, der eigentlich Süd sein sollte, in Südwest verwandeln. Die umgekehrte Ursache mufs für uns die Nordwinde in Nordost verwandeln. Da aber die Winde bei weitem nicht das Regelmäfsige zeigen, welches diese Ursachen allein hervorbringen müfsten, so mufs es noch andere und wirksamere geben. Nach de Luc's Meinung gehören dahin die Ausdünstung und der Regen, wovon letzterer, wenn er plötzlich entsteht, fast alle Mal mit Sturm begleitet ist. Auch hatte schon de Saussure (Essai sur l'hygrometrie. Essai IV, §. 283) beide zur Erklärung gewisser Winde gebraucht, wobei er glaubte, dafs theils die elastischen Dünste bei ihrer plötzlichen Verdichtung zu tropfbarem Wasser leere Räume veranlassen, theils der Regen selbst wieder elastischen Dunst erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung der Luft verursache. Aber de Luc zeigt, dafs die gewöhnliche Art Ausdünstung und Regen zu betrachten, zu Erklärung der gewaltsamen Stürme, die so oft den Gewittern und Platzregen vorhergehen, nicht hinreichend sind. Vielmehr sucht er die wahre Ursache dieser grofsen Windstöfse in den schnellen Verwandlungen, die sich in der Atmosphäre zutragen. Wenn die Dünste, welche sich durch die Ausdünstung in der Atmosphäre erhoben hatten, eine Zeitlang in derselben in Luftgestalt befindlich gewesen sind, so werden sie vielleicht plötzlich

und mit grofser Zunahme des Volumens wiederum in Wasserdunst verwandelt, und dieser verdichtet sich nur mit starker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Wasser. Aus so schnellen und starken Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windstöfse begreiflich, die man bei plötzlicher Bildung der Wolken, und bei Platzregen fast alle Mal wahrnimmt. Und wenn nach Herrn de Luc's Meinung die Wolken keine bestimmte bleibende Massen, sondern nur vorübergehende Erscheinungen sind, die alle Augenblick zerstört und wieder erzeugt werden, so liegt auch hierinn ein Grund für lange anhaltende Winde. Nach Herrn Hube sind die vorzüglichsten Ursachen der veränderlichen Winde die Verschiedenheit in der Erwärmung durch die Sonne, Ausdünstung und Electricität. Wenn die kalte Luft der Pole nach den wärmern Gegenden fortfliefst, so mufs sie bald eine starke Abweichung von Osten nach Westen erhalten, weil die Geschwindigkeit der Oberfläche der Erde durch ihre Umdrehung nirgends so sehr schnell zunimmt, als nahe bei den Polen. Daher sind auf den dortigen Eismeeren die Ostwinde so gewöhnlich. Auch wir haben im Frühjahre häufige Ostwinde, weil uns nach Osten zu gebirgige von grofsen und offenen Meeren weit entfernte kalte Länder liegen, die sich spät von der Sonne erwärmen, und also vorzüglich im Frühjahre eine viel kältere Luft zu haben pflegen, als wir. Auf dem mittelländischen Meere herrschen, wegen der hohen Gebirge der syrischen Küste, die Ostwinde nicht allein im Frühjahre, sondern auch im Herbst, weil das Meer seine Hitze nicht so schnell verliert, als das feste Land, und die südlichen Winde, die im Winter auf dem rothen Meere so gemein sind, entspringen wahrscheinlich auf den kalten Gebirgen von Abyssinien. Die Verschiedenheit in der Sonnenwärme macht auch, dafs oft aus beschatteten Thälern zwischen hohen Bergen, oder aus engen Oeffnungen tiefer Berghöhlen des Sommers bei Tage Winde hinausfahren, die um desto heftiger werden, je mehr die Hitze des Tages zunimmt, gegen die Nacht aber aufhören, weil alsdann die äufsere freie Luft noch kühler ist, als die eingeschlossene innere. Eben so entstehen, vorzüglich im Sommer zwischen nahe gelegenen Ländern oft Winde, wenn das eine, entweder weil es dicke Gewölke beschatten, oder häufige Regen erkälten, oder auch aus andern Ursachen von der Sonne viel weniger erwärmt wird, als das andere. Solche Winde legen sich gewöhnlich des Abends, und fangen dann am folgenden Tage wieder an. Eine andere Art der Winde leitet Hube seinem Systeme gemäfs aus starken und schnellen Auflösungen der Dünste von der ersten Art her, wobei die Luft ihr eigenthümliches Gewicht behält, oder wohl gar wegen der Erkältung durch Auflösung noch schwerer wird, also von unten dahin fliefst, wo sie den wenigsten Widerstand findet. So entstehen die Schneewinde, die Winde aus regnenden Wolken, die über eine heisse trockene und stille Luft wegziehen, eben so nach stillem und starkem Regen, wenn die Wolken sich zertheilen, und gleichfalls Winde bei starken und hohen Wasserfällen.

Der merkwürdigste dieser Art ist der schwache Ostwind, welcher sich bei stillem und heiterm Wetter kurz vor Sonnenaufgang zu erheben, eine oder zwei Stunden anzuhalten, und nachher aufzuhören pflegt. Er ist alle Mal, vorzüglich im Winter kalt, in gebirgigen Gegenden häufiger als in ebenen, und gewöhnlich blos auf dem festen Lande zu bemerken. Er entsteht auf folgende Art: Die

Luft auf dem festen Lande wird nach heiteren Tagen die Nacht über in der Tiefe nach und nach viel kälter, als oben; dadurch wird der Unterschied in Attraction der obern und der untern Luft noch gröſser, als er auſserdem schon sein würde. Die Dünste also, und die vielen noch nicht ganz aufgelöſsten Wassertheilchen, mit welchen sich die untere Luft bei einer Ausdünstung der ersten Art bei Tage ausfüllt, steigen die Nacht über um desto schneller in die Höhe, und häufen sich daselbst an. Nun werden die Wassertheilchen von den ersten Strahlen der Sonne, noch ehe die Sonne unten aufgeht getroffen, sie erwärmen sich mit der Luft, in denen sie hängen; die Ziehkraft der Luft nimmt durch die Wärme und die damit verbundene Ausdehnung zu; sie fängt, weil sie dünn ist, an, die Wassertheilchen auf die erste Art aufzulösen; sie wird dadurch plötzlich ausgedehnt, kälter und specifisch schwerer; sie fällt also herunter mit Wassertheilchen beladen, erkältet die untere Luft, und hat Zeit genug zu fallen, da die Dämmerung bei uns lange dauert. Allein sie fällt nicht gerade herab, sondern mit einer Abweichung gegen Westen, weil nach Osten hin die Atmosphäre indessen beständig auf eine gröſsere Tiefe von der Sonne erwärmt und ausgedehnt wird, als gegen Westen. So fängt, wenn in der obern Luft Wassertheilchen genug vorhanden waren, zuletzt ein kalter Ostwind an, merklich zu werden, der aber nur ein Paar Stunden nach Sonnenaufgang anhielt, weil die untere Luft nach und nach immer wärmer wird, und ein Paar Stunden nach dem Aufgange der Sonne sich schon stärker zu erwärmen, und auszudehnen anfängt, als die obere. Dieser schwache, aber kalte Ostwind befördert den Morgenthau, und macht, daſs die Kälte kurz vor Sonnenaufgang in der Atmosphäre von oben gegen die Erde herunter zu steigen scheint.

Endlich giebt es noch eine andere Art Winde, welche in allen kalten Ländern sehr gemein, und schon oben erwähnt sind. Diese lassen sich weder durch Erkältung noch Ausdünstung erklären, weil sie im erstern Fall nie wärmere Luft herbeiführen, im zweiten sich nicht so weit erstrecken könnten. Sie finden sich nie in heissen Ländern, und müssen also eine ganz besondere Ursache haben. Nach Hube liegt diese blos in der Electricität, von der er annimmt, daſs sie bisweilen die Elasticität der in der Luft aufgelöſsten Dunste, jedoch blos der Dünste der zweiten Art ansehnlich verstärke.

Lampadius führt folgende Ursachen der Entstehung und Richtung der Winde an:

I. Allgemeiner und häufig wirkende.

a) Die von der Umdrehung der Erde um ihre Axe abhängende Luftbewegung. Einige Naturforscher nahmen in ältern Zeiten an, die leichtere Atmosphäre müsse dem schwereren Erdekörper in seinem Schwunge stets nachbleiben, und dadurch ein beständiger Ostwind, welcher nur durch andere Zufälligkeiten gestört würde, entstehen. Denken wir uns aber einen Augenblick die neugeschaffene Erde mit ihrer Atmosphäre in Ruhe, und gleich darauf mit eingetretener Bewegung um ihre Axe: so muſste dadurch allerdings auf einige Zeit ein ungeheurer Sturm von Osten nach Westen entstehen; ein Sturm, welcher wohl vermögend gewesen wäre, auf der Oberfläche der Kugel die gröſsten

Veränderungen hervorzubringen. Sobald aber die Trägheit der Atmosphäre überwunden war: so mufste sich letztere in völlig gleicher Geschwindigkeit mit der Erde bewegen. Das plötzliche Stillstehen der Erde würde eben so den fürchterlichsten Weststurm, so wie die geringste vermehrte oder verminderte Umdrehung einen Ost oder Westwind auf kurze Zeit hervorbringen. Da wir nun selbst den zuletzt erwähnten Fall nicht einmal annehmen können, so fällt diese Luftbewegung ganz weg. Aber sehr richtig haben die Herren Kant und de Luc auf folgenden Grundsatz aufmerksam gemacht: Die Erdoberfläche und mit ihr die Atmosphäre durchläuft unter dem Aequator wegen des gröfsern Durchmessers in einer gegebenen Zeit einen gröfsern Raum, als an den Polen, oder mit andern Worten: Die Luftsäulen unter dem Aequator bewegen sich mit mehr Geschwindigkeit, als jene über den Erdpolen. Wenn nun die sich langsamer mit der Erde bewegende Polarluft durch irgend eine Ursache gezwungen wird, nach dem Aequator zu strömen, so wird sich, ehe sie die gröfsere Geschwindigkeit des neu erreichten Orts an der Erdoberfläche annimmt, auf ihrem Wege von Westen nach Osten etwas zurückbleiben, und es wird nördlich des Aequators ein Nordostwind, und jenseits desselben ein Südostwind entstehen. Wenn aber umgekehrt die sich schneller bewegende Aequatorluft gezwungen wird, nach den Polen zu strömen, so bleibt sie in ihrer Bewegung von Westen nach Osten so lange etwas vor, bis sie zur Ruhe gekommen, und nach überwundener Trägheit die langsamere Bewegung des neu erreichten Erdtheils angenommen hat. Eine Luft also, die der erregenden Ursache zufolge, gerade südlich fliessen sollte, wird auf diese Art diesseits des Aequators eine südwestliche, und jenseits desselben eine Nordwestliche Richtung annehmen. Die Winderregende Ursache sei nun in Süden oder Norden welche sie wolle, so wird, sobald sie nicht völlig in Westen oder Osten wirksam ist, diese eben erklärte Abweichung hervorbringen. Sie wird um so stärker sein, je schneller sich die Luft bewegt, und je länger sie auf einem nördlichen oder südlichen Wege verweilt. So kann also die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der sich um die Erdaxe mit der Erde drehenden Atmosphäre wohl Abweichungen hervorbringen, aber nicht selbst Wind ursprünglich erregen.

b) Eine der vorzüglichsten Ursachen der Luftbewegung ist nun wohl unstreitig die ungleichförmige Erwärmung der Luftschichten, durch die Sonnenstrahlen in ganzen Ländern oder in einzelnen Gegenden nach der Verschiedenheit der Erdoberfläche und der Menge der auffallenden Stralen und ihrer Richtung. Wenn z. B. gewisse Erdflächen, als die Sandwüsten, stärker erhitzt werden, als die in der Nähe befindliche Meeresfläche: so wird durch diese die überstehende Luft stärker ausgedehnt, specifisch leichter, und zum Aufsteigen gezwungen. Von der Meeresfläche strömt nun Luft zum Ersatz nach, und es entsteht Wind nach dem festen Lande zu. Die aufgetriebene Luft fliefst in höhern Gegenden gleichsam über, und so kann es zwei Luftströhme geben; der obere fliefst vom festen Lande dem Meere zu, und senkt sich allmählig nieder; der niedere aber zieht dem festen Lande zu, und steigt allmählig auf. Erregen Wolken in einer warmen ausgedehnten Luft Schatten und Kälte, so entsteht Wind nach dem abgekühlten Theile der Atmosphäre hin. Wird durch verschiedene Wärme in der Luft

Luft Ausdehnung hervorgebracht, so geht der Wind von dem Orte, wo die Wärme erregt wurde, aus. Kühlt fallendes Eis die Erdoberfläche und die niedern Luftschichten stark ab, so senken sich die obern nieder, und es muſs ein fallender Wind entstehn. So oft also überhaupt eine Temperaturveränderung in angrenzenden Luftschichten Statt findet, eben so oft muſs auch ein Wind entstehen.

c) Wenn in der Luft mehr oder weniger schnell Luft oder Wasserdampf gebildet oder zerlegt wird: so muſs dadurch ebenfalls Wind, entweder von dem Orte her, oder nach dem Orte hin, wo dergleichen erfolgt, entstehn.

d) Durch die anziehende Kraft, der Sonne und des Mondes, wird die Seite der Atmosphäre, welche diesen Körper zugewandt ist, sehr wahrscheinlich etwas gehoben, und das um so mehr, je näher sich die Erde ihrem Fixstern und ihrem Trabanten befindet. Die hiedurch hervorgebrachte, zwar immer fortdauernde Luftbewegung, muſs indessen äuſserst geringe sein, und wird durch die andern stärker wirkenden Ursachen zu 0. Etwas Luftbewegung muſs auch schon Ebbe und Fluth des Meerwassers nach sich ziehen, indem die Fluth etwas Luft aus der Stelle treibt und umgekehrt.

e) Noch ist zu bemerken, daſs die Luft in einer beträchtlichen Höhe der Atmosphäre einem gröſsern Raume, als nahe an der Erde in einer gegebenen Zeit von Westen nach Osten durchlaufen muſs, welches zum Theil auf die Ansicht der obern Wolkenzüge, als auch auf die Richtung, der sich senkenden oder steigenden Luftschichten einigen Einfluſs haben muſs. Ie mehrere von diesen Ursachen nun auf einen Punkt hinwirken, um so stärker wird der Wind sein, der im Gegentheile durch das Gegeneinanderwirken mehrerer Ursachen geschwächt werden muſs.

II. Zu den seltener wirkenden Ursachen der Luftbewegungen zählt Lampadius:

a) Das Ausströmen electrischer Materie aus den Wolken, oder aus einer Luftschicht in die andere.

b) Die durch das Anziehen der Wolken hervorgebrachte Luftbewegung, indem nämlich die Wolken unter diesen Umständen Luft mit sich fortbewegen.

c) Ausdehnungen und Zusammenziehen in der Luft, durch Erdfeuer, groſse Feuersbrünste, Vulkane, u. s. w. erregt.

d) Fortreiſsen der Luft durch fallende Schneelavinen, einstürzende Berge, Wasserfälle.

e) Schnelles Schmelzen des Schnees überhaupt, und des Treibeises in den Meeren.

f) Entwickelungen von Gasarten, aus der Erde und Meeren; als aus den Aeo ushölen, aus den chinesischen und japanischen Meeren, und aus den Cratern der Vulkane.

g) Absorbtionen der Lebensluft in der Erde, wie man z. B. die Dampfsäulen der Vulkane zuweilen einige Tage vor dem Ausbruche verschwinden sieht. Diese Erscheinung läſst nach L. allerdings ein Einsaugen der Luft vermuthen.

let in Bourdeaux (*Journal de Physique*, *Mai* 1789, p. 334) an, die im Wesentlichen mit der Hindenburg'schen überein kommt; indessen bedient er sich, statt des Quecksilbers, des ausgekochten Wassers. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein starkes und hinlänglich groſses Gefäſs, mit einer engen Röhre von 34 Fuſs Höhe, füllt hierauf alles mit Wasser an, und schraubt hernach den Teller mit der Glocke aufs Gefäſs. Nun öffnet er den Hahn unter dem Teller, und auch den Hahn unten an der Röhre, und läſst das Wasser so lange auslaufen, bis die zurückgebliebene Wassersäule mit dem Drucke der Atmosphäre im Gleichgewicht ist. Alsdann werden die Hähne wieder geschlossen, das Gefäſs wird von Neuem mit Wasser gefüllt, und dies Verfahren, so oft als nöthig ist, wiederholt.

Indessen ist die Unbequemlichkeit einer solchen Maschine in die Augen springend.

Ueberhaupt sind alle diese Vorschläge zu hydraulisch-pneumatischen Luftpumpen, unter denen unstreitig der Hindenburgische den Vorzug verdient, nie in Ausübung gekommen.

Zur Hervorbringung luftleerer Räume sind auch noch heiſse Wasserdämpfe, die schnell abgekühlt werden, vorgeschlagen. *Wilke* gab (Abhandl. der Königl. Schwed. Akad. der Wissenschaft. für 1769, Band XXXI, p. 31 f.) dazu zuerst folgende Einrichtung an. Eine dichte messingene Blase hat drei mit Röhren und Hähnen versehene Oeffnungen. Durch die untere Röhre lassen sich mittelst einer langen Zugröhre heiſse Wasserdämpfe aus einem Theekessel in die Blase leiten, welche die darin befindliche Luft durch die zweite Röhre zur Seite austreiben. Die dritte Röhre am obern Theile der Blase geht zum Teller, auf dem die Glocke steht. Die Blase ist mit einer dünnen messingenen Hülle umgeben, die von derselben allenthalben um 1/4 Zoll abstehet, und oben offen bleibt So lange diese Blase mit den heiſsen Wasserdämpfen angefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verschlossen. Sobald aber diese zur Seitenröhre auszugehn anfangen, werden die Hähne dieser und der untern Röhre verschlossen, und man gieſst in die dünne messingene Hülle der Blase kaltes Wasser, bis es aus einem im Boden befindlichen Loche eben so kalt wieder herauskommt; auf diese Weise entsteht durch Erkältung der Dämpfe ein leerer Raum, und es verbreitet sich nun, wenn der Hahn nach der Glocke geöffnet wird, die unter derselben befindliche Luft mit durch die Blase. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kann die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden. *Wilke* konnte in einer ganz leicht gebauten und nicht groſsen Maschine dieser Art, die Luft auf 130 Mal verdünnen.

Einen ähnlichen Vorschlag, durch Hülfe der Erkältung der Wasserdämpfe einen luftleeren Raum hervorzubringen, hatte der Abbé *Cajetan Berretray* gethan, den *Carradori* (*Journal de Physique*, *Févr.* 1791, p. 150 sqq., übersetzt in Gren's Journal der Physik, B. VI, p. 86 u. f.) angiebt. Er unterscheidet sich von dem Wilkischen einzig darin, daſs bei *Berretray's* Einrichtung die Dämpfe im Gefäſse selbst gebildet werden, da sie *Wilke* aus einem andern Gefäſse herzuleitet. Auf einem groſsen kupfernen und verzinnten Gefäſse Fig. 15 Taf. XV A ist der konische Deckel B genau angelöthet; aus ihm gehet die Röhre a mit dem Hahne b heraus, an die eine andere am Ende d mit Schraubengängen versehene kleine Röhre c d luftdicht angeschraubt werden kann. Inwendig ist die Röhre a beinahe bis zum Boden des Gefäſses A hinunter geführt; muſs aber von demselben so weit abstehen, daſs die unterste Oeffnung l die Fläche von drei Pfund in das Gefäſs gegossenen Wassers nicht berühre.

Auf der andern Seite des Deckels der Röhre a gegenüber ist eine andere gebogene Röhre e f g h i angelöthet, die gleichfalls einen Hahn besitzt, zuerst nach aufsen geht und nachher bei h ins Gefäfs sich wendet, und bei i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen versehene Stück Messing i, das auf dem Deckel angelöthet ist, sich endigt, so dafs also durch diese gebogene Röhre der innere Raum des Gefäfses A durch e eine Gemeinschaft mit der äufsern Luft bei i hat. Auf das Stück Messing i wird nun eigentlich die Communikationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeschraubt; diese Röhre besitzt, wie gewöhnlich, einen Hahn. Die ganze Maschine wird von dem Dreifufse n n n und dem eisernen Ringe k k getragen. Das zwischen den Füfsen befindliche Brett m m dienet, eine Kohlpfanne darauf stellen zu können.

Beim Gebrauche dieser Maschine wird die Communicationsröhre mit dem Teller abgeschraubt, hierauf bei geöffnetem Hahne g durch den gekrümmten Kanal i h g f e etwas über drei Pfunde Wasser in das Gefäfs gegossen, und der Hahn g wieder verschlossen. Hierauf wird nun der andere Hahn b geöffnet, und die Kohlpfanne mit glühenden Kohlen auf das Brett m m gestellt; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Wasser heraus, bis die Oeffnung l ganz vom Wasser frei wird; hierauf verstärkt man das Feuer mit dem Blasebalge so viel als möglich, da dann nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Wassers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von dickem und heftigem Dampfe mit häufigen Wassertropfen nachfolget, welche letztere durch Verdichtung des Dampfes an der innern Fläche der Röhre bewirkt werden. Nach drei bis vier Minuten dieser Erscheinung wird dann der Hahn b verschlossen, und zugleich die Kohlpfanne weggenommen, indem man sonst in Gefahr seyn würde, durch Verdampfung alles Wassers das Gefäfs zu zersprengen. Nachher wird mit einem mit kaltem Wasser getränkten Schwamme der Deckel B und das Gefäfs A abgekühlt: die Verdichtung der Wasserdämpfe wird in zwei bis drei Minuten erfolgen. Nun schraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, da sich dann die unter der Glocke befindliche Luft durch die Röhre i h g f e ausdehnen, und ein Theil in das luftleere Gefäfs A treten wird. Wenn man noch die kleine Röhre c d an a luftdicht anschraubt, an ihr Ende eine oben und unten offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien getheilt ist, ebenfalls luftdicht anschraubt, und das untere Ende dieser Glasröhre in ein Gefäfs mit Quecksilber stellt, so sieht man nach der Oeffnung des Hahns b durchs Steigen des Quecksilbers in der Röhre, wie grofs der Unterschied der Elasticität der äufsern Luft, von der in der Glocke zurückgebliebenen elastischen Flüssigkeit ist.

Carradori rühmt diese Maschine wegen folgender Vortheile: 1) Könne man dadurch auf ein Mal eine sehr grofse Verdünnung der Luft zuwege bringen; 2) sei sie den Erschütterungen nicht unterworfen, welche bei den gewöhnlichen Luftpumpen beim Aus- und Ei winden des Stempels verursacht werden; 3) könne man bei erforderlicher starker Verdünnung den Versuch in kurzer Zeit 8 bis 10 Mal wiederholen, und 4) sei die Maschine sehr wohlfeil und leicht zu behandeln.

Fischer führt (physikal. Wörterb. B. III, p. 413) an, um die heifsen Wasserdämpfe schneller und bequemer abzukühlen, könne man noch ein cylindrisches Gefäfs mit dem untern Rande auf den Deckel B löthen, dessen oberer Rand bis nahe an den Hahn in der Communicationsröhre des Tellers reichte. Durch diese Vorrichtung könnte die Verdichtung der Dämpfe

sehr schnell bewirkt und überdem der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre c d müfste alsdann aus dem Gefäfse hervortreten, und in der Oeffnung wasserdicht verlöthet seyn. In einer auf diese Weise eingerichteten Maschine soll bei einem Versuche das Quecksilber in der damit verbundenen Barometerprobe auf eine Höhe gestiegen seyn, die von der damaligen Barometerhöhe nur um eine Linie abwich. Nach *Gren's* Vorschlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäfs von seinem Boden an mit einem dünnen kupfernen Cylinder zu umgeben, der nur 1/4 bis 1/2 Zoll davon abzustehn brauchte, und unten, um das Wasser abzulassen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwischen dem Gefäfse und dem äufsern Cylinder mit kaltem Wasser angefüllt würde, so könnten auch die im Kessel befindlichen heifsen Wasserdämpfe bald abgekühlt und verdichtet werden.

Endlich hat auch Dr. *Ingenhoufs* (vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, herausgegeben von *Molitor*; zweite Auflage, B. I, p. 433 u. f.) einen andern Vorschlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen; die Veranlassung dazu gab ihm *Fontana's* Entdeckung, dafs glühende Kohlen beim Ersticken so viele Luft verschlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nemlich ein Kohlenbecken von geschlagenem Kupfer, welches hie und da durchbrochen ist, in einen kupfernen Kessel, worin es genau pafst, eingesetzt. Der Kessel steht auf drei Füfsen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verschlossen werden, dafs also die Kohlen ersticken müssen. An dem Deckel befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne versehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeschraubt werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein grofses Gefäfs mit Wasser gesetzt, und nach völliger Erstickung der Kohlen werden beide Hähne geöffnet. Die Kohlen verschlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche immer stärker verdünnt wird, je öfter man die Operation wiederholt. Die übrige bei den Versuchen mit der Luftpumpe nöthige Geräthschaft haben *Wolf* (Nützliche Versuche, Th. I, Cap. 5 und 6), *s'Gravesande* (*Physices elementa mathematica*, lib. IV), und *Nollet* (*Mémoires de l'Acad. à Paris*, 1741, und s. *Leçons de Physique expérim.* Leç. X), umständlich beschrieben; eine kurze Anzeige hievon, nebst den Versuchen selbst, findet man auch bei *Lowitz* (Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnberg 1754, 4.), und *Johann von Musschenbroek* (Beschreibung der einfachen und doppelten Luftpumpe, nebst einer Sammlung von verschiedenen nützlichen und lehrreichen Versuchen; übers. von Thenn; Augsburg 1765, 8).

Eins der vornehmsten Stücke dieser Geräthschaft sind die gläsernen Glocken, unter welche die Körper, deren Verhalten in verdünnter und verdichteter Luft untersucht werden soll, gebracht werden. Diese Glocken müssen von runder oder gewölbter Gestalt seyn, indem platte Glasflächen von dem Drucke der Luft sehr leicht zerbrochen werden. Die Körper selbst, mit denen man im luftverdünnten oder verdichteten Raume Versuche anstellen will, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe die Glocke darüber gedeckt wird, oder sie werden in der Glocke aufgehangen. In diesem letztern Falle müssen die Glocken oben eine messingene Haube mit einer oder mehreren Oeffnungen besitzen, durch die Metalldräthe luftdicht durchgehn; diese Dräthe haben unten Haken, woran die Körper aufgehangen werden; oder haben noch einen Handgriff, um die Körper nöthigen Falls unter der Glocke weiter herauszuziehen, oder noch mehr hineinzudrücken, oder sie zu drehen, u. s. f.

Bei Verdichtungen der Luft mufs noch eine eigene Vorrichtung angebracht seyn, um die Glocke fest an den Teller anzuschliefsen, wozu bei der Smeaton'schen Luftpumpe ein eigenes Schraubengestelle dient. Der Herr *van Marum* hat bei seiner oben beschriebenen Luftpumpe zur Verdichtung der Luft folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder (Fig. 1 Taf. XVI) A von Glas hat eine Höhe von dreizehn Zoll, und ist im Durchmesser fünf Zoll; die Dicke dieses Glases beträgt etwas mehr als einen halben Zoll. Dieser Cylinder, dessen beide Ränder etwas hervorspringend sind, steht auf einer vollkommen ebenen kupfernen Platte B von eines halben Zolls Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeschraubt ist. Dieses Stück dienet, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu schrauben. Der gläserne Cylinder ist oben mit einem conischen metallenen Deckel D genau verschlossen. Diese Vorrichtung steht in einem Gehäuse, das aus drei oben mit einander verbundenen und unten rechtwinklicht umgebogenen eisernen Stangen besteht, und Fig. 2 besonders abgebildet ist. Die Schraube H dient vorzüglich, die Platte B an der untern Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und stark anzudrücken, besonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit etwas weichem Wachse bestrichen worden sind. Weil hiedurch die Platte B in drei Punkten, die von einander gleich weit abstehen, festgehalten wird, so ist man versichert, dafs dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläsernen Cylinders sehr stark allenthalben gleichförmig anschliefsen; man hat also deshalb keine Gefahr zu befürchten, dafs etwa der Cylinder beim starken Anpressen zerspringe.

Um die durch die Luftpumpe evacuirte Glocke von derselben abnehmen zu können, liefs *Papin* den Rand seiner Glocke abschleifen, so dafs er vollkommen wohl an eine ebenfalls abgeschliffene Glasplatte anschlofs, die der Glocke zum Deckel diente. Ueber diese Platte legte er ein nasses Stück Schafleder, setzte sie mit demselben auf die Luftpumpe und die Glocke darüber. Unter den Rand derselben aber stellte er ein kleines Bleikügelchen, so, dafs sie nicht ganz anschliefsen und die Luft frei durchgehn konnte. Ueber alles stellte er eine gröfsere Glocke, und zog die Luft aus derselben. Wenn dies geschehen war, schüttelte er an der Luftpumpe so lange, bis die kleine innere Glocke von den Bleikügelchen abfiel, und an das Leder fest anschlofs. Nun durfte er nur die Luft wieder unter die grofse Glocke lassen, so drückte sie die kleinere Glocke so fest an das Leder, dafs es nicht möglich war, sie davon zu trennen. Dafs die Luft hiebei nicht in die kleine Glocke kommen könne, will P. durch öfters hineingebrachte Barometerproben, die sich immer auf einer Höhe erhielten, wenn er gleich die Luft in die äufsere Glocke hineinliefs, gefunden haben. Auch kann man nach ihm das Unterlegen des Bleikügelchens versäumen, weil die Federkraft der Luft hinreichend die Glocke in die Höhe hebe; indessen werde alsdann das Vacuum nicht so vollkommen, als im vorigen Falle seyn. Das Leder mufs aber dazu von Lämmern seyn, altes Schafleder läfst die Luft durch. Zur Sicherheit streicht er noch um die Glocken, die er lange leer behalten will, etwas Terpentin. Auf diese Art konnte er die Glocken beständig acht Tage lang erhalten. Nachher fand er noch, dafs, an Statt des Lammfells, eben so gut Papier, um welches, ehe es trocken wird, Terpentin gestrichen wird, diene. (Philosoph. Transact. B. X, N. 120, p. 477, und Nro. 121, p. 544.)

Manometer.

Wenn man annehmen könnte, daſs die specifische Elasticität der Luft beständig gleich groſs, folglich ihre Dichtigkeit bei gegebenem Drucke stets dieselbe wäre, so würde das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichtigkeit der Luft anzeigen. Aber die Erfahrung lehrt, daſs die Dichtigkeit der Luft bei demselben Barometerstande wegen des Einflusses der Wärme, Nässe, u. s. w. an einem und demselben Orte nicht immer einerlei ist. Man hat deshalb eigene Instrumente nöthig, welche die Dichtigkeit der Luft zu jeder Zeit anzeigen. Diese nennt man Manometer, Dasymeter, Dichtigkeitsmesser. (Manometrum, Manomètre, Dasymètre.)

Das erste Manometer wurde von Otto von Guerike erfunden, der es dem Jesuiten Caspar Schott im Jahre 1661 in einem Briefe mittheilte. Dieser machte es in seiner Technica curiosa, Lib. I, cap. 21, p. 45, bekannt, wo auch Guerikens Brief p. 47 abgedruckt ist. Guericke unterscheidet zwar genau das Gewicht der ganzen Luftsäule der Atmosphäre von dem einer einzelnen Luftmasse, und erinnert ausdrücklich, daſs sich die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft so wohl durch verschiedenen Druck als auch durch verschiedene Wärme ändere; allein in der Anwendung sieht er doch das Manometer für ein Barometer an. Auch Boyle (Philosoph. Transact. N. 14, p. 231) machte dies Manometer als seine Erfindung bekannt, betrachtete es gleichfalls als Barometer, und gab ihm den Namen statisches Baroskop. Man läſst eine halbe kupferne Kugel, welche wenigstens einen Fuſs im Durchmesser hat, verfertigen, pumpt alsdann aus derselben die Luft, und verkittet sie fest. Hierauf bringt man sie an den einen Arm einer empfindlichen Wage, und setzt sie mit einem Gegengewicht ins Gleichgewicht. Wird nun die Luft dünner, als sie vorher war, so trägt sie einen kleinern Theil vom Gewichte der Kugel als vorher; daher giebt die Kugel den Ausschlag. Wird aber die Luft dichter, als sie vorher war, so trägt sie einen gröſsern Theil vom Gewichte der Kugel, und das Gegengewicht giebt den Ausschlag. Das Gegengewicht muſs so klein seyn, als sich thun läſst, weil die Luft ebenfalls einen Theil desselben trägt, welcher desto kleiner ist, je weniger Raum es einnimmt. Wäre es eben so groſs als die Kugel, so würde die Wage sich gar nicht ändern, wenn sich gleich die Dichtigkeit der Luft änderte. Um nun zu erfahren, wieviel die Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit der Luft in dem einen oder andern Falle jedes Mal beträgt, kann man entweder durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Wage wieder herstellen, oder man macht die Einrichtung auf folgende Art. Man bringt oben an der Scheere, in der die Zunge der Wage spielt, einen Kreisbogen an, dessen Mittelpunkt in den Bewegungspunkt des Wagebalkens fällt, so daſs die Zunge selbst einen beweglichen Halbmesser desselben abgibt. Ist nun dieser Bogen gehörig in seine Grade abgetheilt, so daſs der Anfang der Abtheilungen zu beiden Seiten in die Vertikallinie fällt, so zeigt die Spitze der Zunge jedes Mal die Gröſse des Winkels, um den die Zunge von der Vertikallinie abweichet. Die Abtheilungen werden am Besten durch Versuche bestimmt, wenn man ein Gewicht auf der einen oder der andern Seite zulegt. Man legt nemlich auf die Kugel einen Gran, oder ein noch klei-

neres Gewicht, wenn die Wage empfindlich genug ist, und bemerket an dem Bogen den Punkt, worauf die Zunge hinweiset. Auf solche Art legt man immer mehr solcher kleinen Gewichte hinzu, und bemerkt jedes Mal, wie weit die Zunge abwich, bis der gröfste Ausschlag erfolgt, der aller Vermuthung nach Statt finden kann.

Hat man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darin befindlichen Luft gewogen, und ihre damalige Dichtigkeit mit der Dichtigkeit des Wassers verglichen, so erkennt man in jedem andern Falle vermittelst des Manometers die jetzige Dichtigkeit derselben. Dies ist auch eigentlich der Nutzen, den man beim Auspumpen der Luft aus der Kugel erhält. Sonst wäre nur nöthig, die Kugel aller Orten so fest zu verschliefsen, dafs die innere Luft mit der äufsern gar keine Gemeinschaft hat. Könnte man alsdann die Kugel so wohl im leeren Raume als in freier Luft abwägen, so würde dadurch die dermalige Dichtigkeit der Luft sehr genau gefunden werden. Uebrigens würde nun die Kugel an der Wage gehörig aufgehängt, eben die Dienste wie die luftleere Kugel thun, um die Aenderungen in der Dichtigkeit der äufsern Luft zu erfahren.

Auch läfst sich dieses Instrument gebrauchen, das absolute Gewicht eines bestimmten Luftvolumens, also ihr specifisches Gewicht, unter verschiedenen Umständen derselben auf eine sehr einfache Art zu erfahren. Ist nemlich der Raumesinhalt der Kugel $= V$, und der des Gegengewichts $= v$, so ist der Luftraum, der das Instrument manometrisch afficirt $V - v = a$, welches man durch genaue Ausmessung der Körper, am Besten durch Wasserwägen, bestimmt, und in bekannten Massen ausgedrückt, ein für alle Mal merkt. Man sucht ferner das absolute Gewicht P eines Luftvolumens a in bekannten Gewichtstheilen bei eben derselben Temperatur und demselben Barometerstande, und merkt auch dieses Gewicht, so hat man $\frac{P}{a}$, oder das specifische Gewicht für atmosphärische Luft von bestimmter Temperatur und Zusammendrückung. Wenn sich nun die Beschaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht zu- oder abnimmt, so wird das Gleichgewicht gestört, und man mufs im erstern Falle Gewichtstheile zur Kugel, im andern Falle zum Gegengewichte legen, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Summe dieser Gewichtstheile heifse p, mithin ist das absolute Gewicht des Luftvolumens a bei vermehrter Dichtigkeit $P + p$, bei verminderter Dichtigkeit aber $P - p$ geworden, und man findet das jetzt veränderte specifische Gewicht durch $\frac{P + p}{a}$ oder $\frac{P - p}{a}$, weil a sich immer gleich bleibet. Wenn die Luft noch ein Mal so dicht würde, als sie bei Bestimmung des P und bei der Anwendung des Instruments war, so würde $p = P$, oder $p + P = 2\,P$ werden; im leeren Raume aber wäre $P - p$ gleich 0.

Varignon hat unter dem Namen eines Manometers ein anderes Werkzeug angegeben (Manomètre ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel; in den Mémoir. de l'Academ. à Paris, 1750, p. 300), welches auch Wolff (Nützliche Versuche, Th. II, Cap. 4, § 54) beschreibt. Es bestehet aus einem lothrecht stehenden cylindrischen gläsernen Gefäfse (Fig. 3, Taf. XVI) b c, an welches bei c eine gebogene Röhre c d e f g geschmolzen ist, die ein

anderes bei a offenes Gefäfs g a hält. In b c ist Luft; in der gebogenen Röhre Wasser. Man mufs durch ein Zeichen etwa bei d bemerken, wie hoch das Wasser etwa zu der Zeit stand, da das Instrument verfertigt ward; so weifs man, wie grofs der Raum b d sei, welchen die Luft bei ihrer damaligen Dichtigkeit füllte. Bei gröfserer Wärme wird sich die Luft b c ausbreiten, und das Wasser wird sinken. Bei gröfserer Kälte aber wird sich die Luft in b c in einen engen Raum ziehen, und das Wasser wird steigen. Es zeigt also dies Instrument die Dichtigkeit der in b c d eingeschlossenen Luft, welche sich aber nicht, wie Varignon voraussetzt, auf gleiche Art mit der Dichtigkeit der äufsern Luft ändert. Die eingeschlossene Luft wird einen kleinern oder gröfsern Raum einnehmen, nachdem die Elasticität der äufsern Luft gröfser oder kleiner wird. Wenn also gleich die Wärme der Luft in b c d mit der Wärme der äufsern Luft einerlei ist, so ist dies doch nicht der Fall bei den übrigen Ursachen, welche die specifische Elasticität der äufsern Luft ändern, nemlich der Feuchtigkeit und Mischung mit andern in derselben aufgestiegenen Substanzen. Wenn also die specifische Elasticität sich änderte, und die Dichtigkeit der Luft bliebe dieselbe, so würde das Wasser in der Röhre wie im Barometer steigen und fallen. Wolff suchte die Einrichtung dieses Geräthes zu verbessern. Er macht nemlich die untere Röhre kürzer, damit es nicht nöthig sei, sie so viele Mal zu biegen, und bringt statt des Wassers nur etwas weniges Quecksilber hinein, welches übrigens eben so, wie im Varignon'schen Manometer von der eingeschlossenen Luft bewegt wird. Aber auch diese Einrichtung behält den Fehler, dafs sie nur die Dichtigkeit der eingeschlossenen nicht der äufsern Luft anzeigt.

Fouchy (Description d'un Dasymètre; Mémoir. de l'Académie à Paris, 1730, p. 73) gab dem Guerike'schen Manometer eine sehr vollkommene Einrichtung, und schlug für denselben den Namen Dasymeter vor. Es besteht das Instrument aus einem Lineal, ohngefähr von der Gestalt eines Wagebalkens. An dem einen Ende hängt eine sehr dünn geblasene fest verschlossene, am Besten zugeschmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmesser. Am andern Ende des Lineals ist in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleiernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bei mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bei der angenommenen Gröfse der Glaskugel kann sie etwa einen Cubikfufs Luft fassen, dessen Gewicht bei mittlerer Dichtigkeit der Luft ohngefähr auf 720 Gran zu schätzen. Das Gewicht der Glaskugel, welche Fouchy angewendet hatte, fand er auf 2304 Grains, und ohne die in derselben enthaltene Luft 2304 — 720 = 1584 Grains. Da nun das Gewicht der Luft, welche sich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa 1/6 oder 720/6 = 120 Grains zu, und im Sommer um eben so viel abnimmt, und diese 120 Grains den dreizehnten Theil von dem mittlern Gewichte der Kugel (1584 Grains) ausmachen, so wird dieses Gewicht im Winter um 1/13 ab- und im Sommer um 1/13 zunehmen. Soll also nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beständig das Gleichgewicht halten, so mufs im Sommer die Kugel und im Winter das Gegengewicht dem Ruhepunkte des Lineals um 1/13 seiner Entfernung näher gebracht werden, oder welches eben das bewirkt, es mufs der Ruhepunkt um die Hälfte dieser Gröfse, mithin um 1/26 der Entfernung von den Enden verschoben wer-

den können. Der Hebel ist hiebei als ein bloſs mathematischer angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals selbst mit in Anschlag, so findet man die erforderliche Gröſse der Verschiebung des Ruhepunktes nach dieser Proportion: Wie sich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens, — der halben Veränderung des Gewichts der Luft von der Gröſse der Kugel zu dieser halben Veränderung des Luftgewichtes, eben so verhält sich die halbe Länge des Balkens zu dem Stücke, um das sich der Unterstützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite muſs verschieben lassen. Hiedurch werden nur die Grenzen der Verschiebung bestimmt. Es soll aber auch dieses Instrument ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobei das Gewicht der Kugel z. B. nur um einen Grain zu- oder abnimmt. Weil aber hiezu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend ist, so giebt Fouchy seinem Wagebalken keine Zapfen, sondern bringt um die Mitte Stücken an, deren untere Fläche wie der Fuſs einer Wiege gekrümmt ist, damit der Balken darauf hin- und hergehn, und sich allezeit auf den Punkt setzen kann, der ihm zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthig ist. Die geometrische Verzeichnung dieser Curve, wonach die Fläche der Unterlage gebildet werden muſs, zeigt Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dient ihr zur Grundlage, und hat eine solche Einrichtung, daſs die Veränderung des Gewichts und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungspunkt des Balkens, welcher ihnen proportional ist, angegeben werden. Durch diese Einrichtung fällt die Friction gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit solcher Werkzeuge wird durch Verschiedenheit in der Gröſse und dem Gewichte der Kugel, oder in der Länge des Wagebalkens nicht gehindert.

Die krumme Fläche läſst Fouchy sehr fein poliren, und belegt die wagerechte Unterlage, darauf sie sich wiegt, mit Spiegelglas, wobei alles so eingerichtet ist, daſs der Balken sich nicht über 30 Grad auf jede Seite neiget. Weil bei diesem Instrumente die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln proportional sind, so könnten sie durch einen von den Balken angebrachten Gradbogen gemessen werden; allein es würden hiedurch Ungleichheiten in den Gewichten der beiden Arme veranlasset werden, wodurch das Instrument in seinem Gange eine Störung litte. Daher befestigt Fouchy hinter dem bleiernen Gegengewichte eine Skale am Fuſse des Instruments in vertikaler Stellung, und giebt derselben von der Stelle des Gewichtes bei wagerechtem Stande des Balkens an, auf und abwärts gerechnet, Theile, die sich wie die Unterschiede der Sinus für die Winkel von 0 Grad bis 30 Grad verhalten. Diese ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um die das Gewicht steigt und sinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorstellen. Oberhalb der Kugel und des Gewichtes können an beiden Enden noch ein Paar leichte Wageschalen angebracht werden, um in dieselben halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um die das Gegengewicht dadurch steigt oder sinkt, auf einer besondern Abtheilung der Skale bemerken kann. Diese Abtheilung giebt alsdann sogleich die absoluten Gewichte an, und giebt selbst ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieses Instruments beruhet auf der Gröſse der Verrückung des Unterstützungspunktes.

" De Saussure giebt (Essais sur l'hygrometrie §. 109.) den Namen Manometer einem gewöhnlichen Barometer, das er in eine grofse gläserne Kugel verschlofs, um die Elasticität der darin verschlossenen Luft, bei verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu messen. Da also durch das Instrument nur die Elasticität bestimmt werden sollte, so kömmt demselben der Name Manometer nicht eigentlich zu.

Noch eine andere vorzügliche Verbesserung des Guerikschen Manometers hat Gerstner (Beobachtungen auf den Reisen nach dem Riesengebirge p. 288. f. p. 298. f.) unter dem Namen einer Luftwage beschrieben. Ihr Gebrauch ist eigentlich zu barometrischen Höhenmessungen bestimmt, und giebt das Gewicht eines Cubikzolls Luft in der Schicht, in der sie so aufgestellt ist, unmittelbar an. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels oder Wagebalkens a c b Taf XVI. Fig. 4 hängt eine hermetisch verschlossene Glasflasche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beider werden durch hydrostatische Versuche genau bestimmt. Der Unterschied beider körperlichen Räume sei $= \mathfrak{d}$. Um die Wage bei veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dienet das Luftgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage selbst ist aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem Siegellackfirnisse überzogen. Vermittelst der Wasserwage d e wird dieses Instrument in wagerechten Stand gebracht, zwei Ringe d und e halten diese Wasserwage über der Axe des Instruments, so dafs das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeschoben werden kann. Soll diese Luftwage zu Beobachtungen in der freien Luft gebraucht werden, so stellt man sie in ein geräumiges hölzernes Gehäuse, dessen beide Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen stehn, bei der Beobachtung selbst aber verschlossen werden, um die Wirkung des Windes, und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch einmal wiederholt, und dabei Flasche und Gegengewicht verwechselt. Finden sich alsdann hiebei die Entfernungen des Luftgewichts b l und a m ungleich grofs, so wird zwischen beiden das arithmetische Mittel genommen. Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens bestimmt Herr Gerstner auf folgende Art. Er sucht zuerst das Gewicht eines Cubikzolls von dem Queksilber mit dem sein Barometer gefüllt ist. Dies setze man $= q$. Hierauf mifst er eine mäfsige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern) und beobachtet einige Mal so wohl am obern als am untern Endpunkte derselben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichtes auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man setze nun die mittlere Entfernung des Luftgewichtes vom Gegengewichte an beiden Standorten $= \mathfrak{e}$ die gemessene Höhe $= x$, die Barometerhöhe am untern Standorte $= \mathfrak{a}$, am obern $= f$, so ist das mittlere Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \frac{\mathfrak{a} - f}{x} \cdot q$. Man setze nun ferner bei einem andern Zustande der Luft sei der Abstand des Laufgewichts vom Gegengewichte $= \mathfrak{r}$, und die Länge eines Armes der Wage $= \mathfrak{l}$, das absolute Gewicht des Laufgewichtes $= \mathfrak{p}$, so mufs jetzt die Luft in dem Raume $\mathfrak{d}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \mathfrak{p}$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \mathfrak{g}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{d}}$ gröfser sein;

mithin ist $\mathfrak{g} = \frac{\mathfrak{a} - \mathfrak{f}}{x}. \mathfrak{q} + \frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}}. \frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{b}}$. Aus dieser Formel kann man eine Tabelle verfertigen, die das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage, oder für jedes $\mathfrak{r}$ anzeigt. Bei Gerstners Luftwage war:

$$\mathfrak{b} = 22{,}05 \text{ Cubikzoll}$$
$$\mathfrak{q} = 4195\,1/4 \text{ Gran}$$
$$\mathfrak{p} = 5\,1/3 \text{ Gran}$$
$$\mathfrak{e} = 42\,2/3 \text{ Linien}$$
$$x = 350\,1/2 \text{ Klafter}$$
$$\mathfrak{l} = 192 \text{ Linien.}$$

$$\mathfrak{a} - \mathfrak{f} = 24{,}6 \text{ Linien} = \frac{41}{1440} \text{ Klafter, mithin}$$

$$\mathfrak{g} = \frac{41}{1440 .\ 350\,1/2}.\ 4195\,1/4 + \frac{\mathfrak{r} - 42\,2/3}{192}.\ \frac{5\,1/2}{22{,}05} = 0{,}287 + \frac{\mathfrak{r}}{794};$$

woraus man die Werthe für $\mathfrak{g}$ findet, wenn man für $\mathfrak{r}$ nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) setzt. Dieses Instrumen erhält noch Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken selbst die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte beigeschrieben werden. Dabei läfst sich noch aufserdem die Einrichtung so treffen, dafs eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichts übereinstimmt. Bei Herr Gerstners Wage, wo der höchste Werth für $\mathfrak{r} = 384$ Linien ist, mithin $\mathfrak{g}$ nicht unter 0,287 und nicht über 0,287 + 0,484 betragen kann, wäre der Wagebalken 484 Theile zu theilen, und bei b 287 zu setzen; auf diese Art würden die Theile bis a fortgezählt, das Luftgewicht unmittelbar in Tausendtheilen des Ganzen angegeben. Die Formel zeigt, dafs dies Statt finde, so oft $\frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{l}\mathfrak{b}} = 1000$ ist. Theilt man alsdann $\mathfrak{l}$ oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile und giebt dem Laufgewichte l soviel Gran, als der zehnte Theil von $\mathfrak{b}$ Cubikzoll besitzt, so unterscheidet jede Abtheilung ein tausendtel Gran vom Gewichte eines Cubikzolls Luft. Ist nun der Arm 100 Linien lang, so kann man auch leicht von jeder Linie noch den 10ten Theil unterscheiden, also das Luftgewicht bis auf 0,0001 Gran bestimmen, welches für barometrische Höhenmessungen mehr als hinreichend ist. Ist ein Mal eine solche Luftwage gehörig abgetheilt, so kann jede andere nach derselben graduirt werden.

Lampadius (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie p. 206) schlägt vor, eine mit brennbarem Gas gefüllte grofse Blase, die man so oft mit einer Siegellakauflösung in Weingeist überzogen hat, bis die Wände fest werden, und eine Kugel von Platin zum Gegengewichte an einem recht empfindlichen Wagebalken als Manometer zu gebrauchen.

Wenn man die Glocke der Luftpumpe auf nasses auf dem Teller befindliches Leder setzt, und hinter sie ein Licht stellt, jenseits dessen man durch sie sieht, oder auch sie in einem verfinsterten Zimmer durch auffallende Sonnenstrahlen erleuchtet, so zeigen sich in ihr beim allerersten Züge eine Menge Dünste, die sie wie ein feiner Rauch ausfüllen, gegen das Licht farbigte Ringe geben, in wallende Wolken zusammengehen, und wieder als ein feiner Staubregen niederfallen, die Glocke klar und rein lassen, aber wieder kommen, und des Glases innere Fläche bedecken, so bald wieder Luft in die Glocke gebracht wird. Schon *Otto v. Guericke* führt (*Experim. Magdeburg. de vacuo spatio*, Lib. III, c. 11) diesen Versuch an.

Wilke sagt: (Neue Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wissenschaften u. s. w. für das Jahr 1781 aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 148) wenn die Glocke bei seinen Versuchen, bei denen er eine cylindrische gewölbte Glocke von 12 Zoll Höhe und 6 Zoll Weite anwandte, ein wenig gewärmt gewesen sei, und man sie auf die Pumpe durch einen schmalen mit Wachs und Schaaftalg beschmierten ledernen Ring befestigt habe, die Luft aber im Zimmer und der Pumpenteller auch trocken gewesen wären, so haben sich nie Dünste beim ersten Pumpen gezeigt. Lasse man aber die Luft öfters aus und ein, oder werde auf andere Art unter die Glocke Feuchtigkeit gebracht, so zeigen sich alle Mal Dünste, nachdem die Luft nafs oder trocken, kalt oder warm sei. 1)

Bouguer bemerkt, (*Mém. de l'Académie à Paris*, *an.* 1753) dafs, wenn man auch die Luft sich hundert Mal, ja 200 Mal ausbreiten lasse, als sie auf dem Gipfel der höchsten Berge ausgebreitet sein kann, sich doch die absolute Elasticität einer und derselben Masse Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte.

Nach *Kramp* ist die Luft ausdehnbarer, als das Wasser in dem Verhältnisse von (nach einer Mittelzahl) 1 : 19. (Gilbert's Annal. B. VII, p. 241.)

Cassini erzählt (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, *p.* 544) *Teinturier* habe bemerkt, dafs, wenn man ein Thermometer einem vermittelst eines Blasebalges hervorgebrachten Windstrohme aussetze, die darin eingeschlossene Flüfsigkeit steige.

Um diese Angabe zu untersuchen, liefs *Cassini* einen gewöhnlichen Blasebalg auf ein in einer Kammer eingeschlossenes Thermometer wirken, das in den Kellern des Pariser Observatoriums 50° zeigte, und das damals auf einer Höhe von 52 Grad oder 2 Grad über dem Temperirten stand 1); nachdem er sieben

1) *Mehr hierüber sehe man bei Luft und Wasser.*

2) Vermuthlich war dies eins von den durch die Florentinische Akademie in der Mitte des 12ten Jahrhunderts verfertigten Weingeistthermometern. (S. Weingeist und Wärme.)

sieben oder acht Minuten gegen die Kugel geblasen hatte, war das Thermometer um einen Grad gestiegen. Einige Tage darauf wiederholte er den Versuch, als das Thermometer auf 46° stand, und in demselben Zeitraume stieg es abermals um einen Grad. Hernach gebrauchte er ein Amontonsches Luftthermometer, (S. Luft und Wärme) und brachte es vor das Gebläse einer Schmiede, in der man mehrere Jahre hindurch kein Feuer gehabt hatte. In sechs Minuten, während welcher das Thermometer dem Luftstrohme ausgesetzt gewesen war, stieg dasselbe beinahe eine Linie.

Endlich brachte er dasselbe Thermometer auf den Heerd der Schmiede, und liefs es ohngefähr 3 Stunden da, beobachtete darauf die Höhe, die er 53 Zoll $2\frac{3}{7}$ Linien fand. Nun blies er während 5 Minuten beständig darauf, und fand nun die Höhe 53 Zoll $4\frac{1}{7}$ Linien. Nachdem er abermals 5 Minuten darauf geblasen hatte, war die Höhe 53 Zoll $5\frac{1}{4}$ Linie. Endlich stieg es nach andern fünf Minuten bis auf 53 Zoll $5\frac{5}{8}$ Linien, so, dafs also das Thermometer in $\frac{1}{4}$ Stunde über 3 Linien gestiegen ist.

Schon früher hatte der ältere *de la Hire* bemerkt, dafs, als er die mit Schnee bedeckte Kugel eines Weingeistthermometers der Luft, die sich aber nicht als Wind äufserste, ausgesetzt hatte, die Höhe, auf der der Weingeist stand, sich nicht veränderte, und dafs derselbe gleichfalls auf seinem Standpunkte blieb, da mit einem Blasebalge stark gegen den Schnee geblasen wurde.

Da Ihm, so wie seinem Sohne, *Cassini's* eben angeführte Versuche das Gegentheil zu zeigen schienen, so wiederholten sie dieselben unter verschiedenen Umständen mit 4 Thermometern, von denen drei Weingeist und einer Luft zur messenden Flüfsigkeit hatten.

Am 27ten Nov. 1710 gegen 11 Uhr bliesen sie mit einem Blasebalge stark gegen die Kugel eines Weingeistthermometers, das viele Jahre hindurch in dem nach Morgen gelegenen Thurme des Observatoriums gewesen war, welcher ganz gegen den Wind gesichert ist. Der Weingeist, der 35 Abtheilungen in der Röhre einnahm, wodurch die Temperatur der Luft als etwas wärmer als der Frostpunkt angedeutet wurde, indem es bei 32° auf freiem Felde anzufrieren fieng, stieg nicht merklich in der Röhre; man hatte die Vorsicht gebraucht, den Blasebalg vor der Anwendung zwei Stunden hindurch an denselben Ort zu legen, wo das Thermometer stand. Einen andern Versuch machten sie mit dem Amontonschen Thermometer. Die Kugel an demselben war sehr grofs, und hatte in ihrem untern Theile Quecksilber genug, um die Ausdehnung der Luft zu zeigen. Am 27ten Nov. 1710 ohngefähr 4 Uhr Nachmittags, als Thermometer und Blasebalg über 5 Stunden an demselben Orte zusammen gewesen waren, und sie die Höhe des Quecksilbers in der kleinen Röhre des Thermo-

meters genau bemerkt hatten, bliesen sie 3 Minuten hindurch gegen die Kugel, die mit Luft, welche von 27 Zoll Quecksilber gedrückt wurde, erfüllt war, und bemerkten keine Veränderung der Höhe des in der Röhre befindlichen Quecksilbers.

Den folgenden Tag ohngefähr 10 Uhr Morgens wiederholten sie den ersten Versuch mit dem Thermometer, das in dem nach Morgen gelegenen Thurme hing, und der Weingeist stieg nicht merklich. Als sie ein anderes Weingeistthermometer, das nahe bei dem vorigen seinen Platz hatte, und mit einer viel kleinern Kugel und viel dünnern Röhre versehen war, an einen verschlossenen Ort brachten, wo ein doppelter Blasebalg war, und nachdem sie es da 3 oder 4 Stunden gelassen hatten, gegen seine Kugel 7 Minuten mit dem doppelten Blasebalg bliesen, so stieg der Weingeist um 3 Linien in der Röhre. Eben so bliesen sie 7 Minuten hindurch mit dem doppelten Blasebalge gegen die Kugel des Amontonschen Luftthermometers, das man vorher lange an diesem Orte gelassen hatte, und das Quecksilber stieg auch um 3 Linien; während des Versuchs waren 3 bis 4 Personen in einiger Entfernung vom Thermometer anwesend.

Da sie befürchteten, die Menge der Anwesenden mögte an der vorher angegebenen Wirkung Schuld gewesen sein, liefsen sie beide Thermometer wieder 2 bis 3 Stunden nahe bei einander, und bliesen alsdann gegen jede Kugel mit einem gewöhnlichen Blasebalge drei Minuten lang; der Weingeist und das Quecksilber, welche wieder bis auf den Stand herabgefallen waren, den sie vor dem vorigen Versuche einnahmen, stiegen wieder jede Flüssigkeit ohngefähr um eine Linie, indessen der Weingeist doch etwas weniger als das Quecksilber. Sie fürchteten an dem letztern Phänomene möchte der Umstand Schuld sein, dafs sie beim Weingeistthermometer angefangen hatten, und es möchte sich der Blasebalg vielleicht unter ihren Händen etwas erhitzt haben; sie liefsen deshalb die Thermometer abermals in derselben Stellung und den Blasebalg bei ihnen, und bliesen gegen 6 Uhr Abends wieder gegen jede der Thermometerkugeln 3 Minuten hindurch; das Weingeistthermometer, mit welchem sie angefangen hatten, stieg wenig; das Luftthermometer gar nicht. Hernach bliesen sie mit demselben Balge gegen die Kugel eines andern von *Amontons* angegebenen Weingeistthermometer, das sich in des ältern *de la Hire* Kabinette befand, wo die Luft wärmer, als da, wo der Blasebalg sich befand, war; der Weingeist stieg in der Röhre um $\frac{1}{4}$ Lin., und fiel nicht so augenblicklich wieder, als er es bei den vorigen Versuchen gethan hatte. Am folgenden Morgen um 7 Uhr, als das grofse Weingeistthermometer, das Luftthermometer und der Blasebalg die ganze Nacht hindurch in dem östlichen Thurme gewesen waren, bliesen sie von Neuem 4 Minuten lang gegen die Kugel des Luftthermometers, ohne dafs es dadurch zum Steigen gebracht wurde; als sie den Bla-

sebalgwind gegen die Kugel des Weingeistthermometers richteten, stieg dieses ohngefähr um eine Linie. Darauf bliesen sie auch gegen ein anderes kleineres Weingeistthermometer, das sie an einem verschlossenen gegen Süden gelegenen Orte nahe am Fenster gelassen hatten; die Löcher des Blasebalgs waren gegen die Fenster gerichtet; die Flüssigkeit stieg fast gar nicht; als sie aber bei fortgesetztem Blasen die Löcher des Balges nach der andern Seite hingedrehet hatten, stieg sie mehr. Bis Nachmittags um 2 Uhr blieb das Thermometer an demselben Orte, und war während dieser Zeit drei und eine halbe Stunde der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesen, der Blasebalg hatte unterdessen auf einem Stuhle in einer Entfernung von 6 Fufs vom Thermometer gelegen, und gleichfalls den Einflufs der Sonnenstrahlen erfahren; jetzt bliesen sie gegen die Kugel des Thermometers; der Weingeist fiel unmittelbar 6 Lin. hinunter, während die Löcher des Blasebalges nicht gegen die Fenster gekehrt waren; wurden diese gegen die Fenster gedrehet, und so das Blasen fortgesetzt, so fiel der Weingeist noch beträchtlich mehr. An dem Orte, an dem der Versuch angestellt wurde, war es sehr warm; der Himmel war den ganzen Tag hindurch sehr heiter, und die Sonne beschien den Apparat während der Dauer des Versuchs. Am folgenden Morgen trugen sie das Luftthermometer und das kleine Weingeistthermometer in den Keller des Observatoriums, und nachdem sie sie da mit dem Blasebalge beinahe drei Viertelstunden gelassen hatten, und der Blasebalg einige Zeit hindurch abwechselnd geöffnet und geschlossen war, um seinem Innern die Temperatur der Kellerluft zu geben, bliesen sie 5 Minuten hindurch gegen die Kugel des Luftthermometers, wodurch das Quecksilber um etwa 3 Linien stieg. Beide Thermometer standen in einer einen Fufs weiten Entfernung von einander; vor dem Blasen gegen das Luftthermometer hatte man auch den Stand des Weingeistthermometers beobachtet; jetzt bemerkten die Versucher, dafs das Weingeistthermometer auch um eine Linie gestiegen war, wenn man schon nicht dagegen geblasen hatte; darauf bliesen sie auch gegen das Weingeistthermometer eben so lange, und es stieg auch ohngefähr 3 Linien, ohne dafs während der Zeit das Luftthermometer stieg.

Sie brachten nun ein Stück Tuch zwei oder dreifach zusammen geschlagen an die Kugel des Luftthermometers, und bliesen sehr stark dagegen; es stieg nur um eine Linie, während das an seinem Platze gebliebene Weingeistthermometer um eine halbe Linie stieg. Sie brachten nun auch das Tuch an das Weingeistthermometer, und nachdem sie eben so lange darauf geblasen hatten, stieg es noch um eine Linie; das Luftthermometer stieg unterdessen eben so wenig, als vorher. (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, p. 546.)

Wilke (Neue Abhandl. der Schwed. Akademie der Wissenschaften, Jahr 1781, aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 156) hing von ein paar empfindlichen übereinstimmenden Thermometern eines unter eine trockne Glocke, das andere neben dieselbe, liefs sie da einige Zeit, um die Wärme des Zimmers anzunehmen, pumpte nun die Luft aus der Glocke, und fand, dafs das Thermometer unter der Glocke bei der gröfsten Evacuation alle Mal 2° fiel, aber sobald Luft unter die Glocke gelassen wurde, wieder stieg. Dies hörte auf, als die Thermometerröhre geöffnet ward. Dann fand man auch, dafs beide Thermometer, der Aenderung der Wärme im Zimmer gemäfs, gleich viel stiegen und fielen, und so zeigten, die Wärme sei in der äufsern dichten und innern verdünnten Luft gleich vertheilt. Dieses findet indessen nicht länger Statt, als das Thermometer unter der Glocke trocken erhalten wird; sobald seine Kugel nur einigermafsen feucht wird, entstehen sogleich beträchtliche Veränderungen.

Darwin erzählt (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXVIII, P. I, p. 43 f., übersetzt in Grens Journal der Physik, B. I, p. 75 f., und Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. VII, St. 1, p. 127 f.) mehrere Versuche, die zeigten, dafs bei der Verdünnung der Luft Wärme verschluckt wird. Als er in Gegenwart des Dr. *Hutton* und des Herrn *Edgeworth* die Kugel eines Thermometers zu verschiedenen Malen dem Windstrohme einer Windbüchse aussetzte, so sank das Quecksilber stets übereinstimmend um gegen 2 Grad. Das Thermometer ward fest an einer Mauer befestigt, und die Windbüchse wurde, nachdem sie geladen war, eine Stunde lang nicht weit davon hingelegt, um alle Wärme wieder abzugeben, die sie vielleicht beim Laden möchte erhalten haben. Hierauf liefs man die Luft in Einem fort beständig auf die Kugel des Thermometers ströhmen, wobei es sich zeigte, dafs die Luft während ihrer Explosion demselben Wärme raubte.

Im März 1785 befestigte er unter dem Beistande der Herrn *Fox* und *Strutt* ein Thermometer in einer hölzernen Röhre, und verband es mit dem Recipienten einer Windbüchse so, dafs die Luft bei der Loslassung während ihrer Explosion über die Kugel des Thermometers gieng. Der Versuch wurde in Gegenwart mehrerer Naturforscher öfters wiederholt, und übereinstimmend sank das Thermometer 5 bis 7 Grade. Während der Zeit, in der die Luft in dem Recipienten verdichtet wurde, war ein grofser Unterschied der Wärme an den beiden Enden der Compressionsröhre durch die Hand wahrzunehmen; das Stück der Windkugel, das zunächst daran war, war kaum anzufassen; und die Kugel selbst war heisser, als man von ihrer Berührung mit der Röhre erwarten konnte. Er bemerkte auch, dafs beim Abschiessen einer Windbüchse

der Strom der Luft immer sichtbar ward, welches er von dem Abkühlen herleitet, dem die anhängenden Dämpfe ausgesetzt werden.

Schon früher stellte er im Beisein des Herrn *Warlthire* ein Thermometer unter den Recipienten einer Luftpumpe, und liefs es einige Zeit ruhig stehen, damit es genau die Temperatur des Recipienten annehmen mögte. Die Luft ward sodann schnell ausgeleert; während dieser Zeit sank das Quecksilber des Thermometers 2 oder 3 Grad, und nach einigen Minuten erlangte es wieder seine vorige Höhe. Denselben Versuch wiederholte er auch unter dem Beistande des Herrn *Forester French*, doch mit dem Unterschiede, dafs das Thermometer oben offen war, so, dafs die Verminderung des äufsern Drucks auf die Ausdehnungen der Kugeln keinen Einflufs hatte; das Quecksilber im Thermometer sank zwei oder drei Grad, und stieg hernach stuffenweis. Sowohl bei dem Auspumpen als bei dem Wiedereinlassen der Luft unter den Recipienten ward jedes Mal ein Dampf bemerkt, der sich an den Seiten des Glases verdichtete, und in beiden Fällen in wenigen Minuten wieder absorbirt wurde. Im December 1784 stellte er unter dem Beistande des Herrn *Fox* den folgenden Versuch mit aller Sorgfalt an. Es ward in einen grofsen Windkessel (*air vessel*) der bei dem Anfange der Hauptröhre einer Wasserkunst stand, welche die Stadt Darby versorgt, ein Loch ohngefähr von der Gröfse eines Federkiels gebohrt. Das Wasser von 4 Pumpen, die durch ein Wasserrad getrieben werden, wird erst in den untern Theil des Windkessels gedrückt, und steigt aus diesem zu dem Gipfel der St. Michels-Kirche in ein Reservoir, das ohngefähr 35 bis 40 Fufs über der Ebene des Windkessels steht.

Zwei Thermometer wurden vorher an dem bleiernen Windkessel aufgehängt, um einerlei Temperatur mit ihm zu erhalten, und ihre Kugeln, so bald das Loch geöffnet wurde, gegen einander über so angebracht, dafs sie dem Luftstrom ausgesetzt waren. Das Quecksilber sank in beiden zwei Abtheilungen, oder 4 Grad. Dafs dieses Sinken des Quecksilbers aus keiner Verdunstung einer Feuchtigkeit von der Oberfläche der Thermometer her zu leiten war, beweisen sie dadurch, dafs man sowohl bei Verdünnung als Wiedereinlassung der Luft unter der Glocke sah, dafs dieser Dunst abgesetzt wurde.

Darwin bemerkt hiebei, dafs man ein dem vorigen ähnliches Phänomen an dem Herons-Brunnen (*Fountain of Hiero*), der nach einem grofsen Maafsstabe in dem Schemnitzer Bergwerke in Ungarn errichtet ist, beobachtet habe. In dieser Maschine wird die Luft in einem grofsen Gefäfse durch eine Wassersäule von 260 Fufs zusammengedrückt. Wenn alsdann ein Hahn geöffnet wird, durch den die Luft mit einer grofsen Kraft herausfährt, so, dafs sie ihrer vorigen starken Verdichtung zufolge nun sehr beträchtlich ausgedehnt wird, so fällt die darin enthaltene Feuchtigkeit als ein Schneegestöber mit Eis-

zapfen nieder, das sich an den Hahn anlegt. (Letzteres Phänomen ist in den *Philosoph. Transact.* 1761, Vol. LII, beschrieben, und zugleich ist auch die Zeichnung der Maschine beigefügt.)

Wrede sagt: (Gilbert's Annalen, B. XII, St. 3, p. 347) in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe falle das Thermometer nicht nur nicht nach dem Maafse des Luftmangels, sondern ganz und gar, nicht.

Schon *Mayow* sagte, dafs, wenn man die Luft schleunig aus einem Glase heraus ziehe, zuweilen Licht dabei entstehe. (Johann Mayow's chem. physiologische Schriften, aus dem Lateinischen von Dr. Johann Köllner, Jena 1799, p. 190.)

Professor *Weber* in Landshut bemerkte, (Vollständige Lehre von den Gesetzen der Electricität und von der Anwendung derselben; Landshut 1792, p. 5) dafs beim Abschiessen einer Windbüchse 1), deren Rohr aus Metall und mit einer ungefütterten Bleikugel geladen ist, die Kugel unter einem hellleuchtenden Lichtkegel aus der Oeffnung des Röhrs herausfährt.

1) Windbüchse (*Sclopetum pneumaticum*, *fusil à vent*) ist ein Schiefsgewehr, das eine solche Einrichtung besitzt, dafs eine stark verdichtete Luft an Statt des Schiefspulvers Kugeln auf die gewöhnliche Art in einem Laufe forttreibt.

Wo, und von wem, dies Gewehr erfunden wurde, ist unbekannt. (*Musschenbroeck introduct. ad philosophiam naturalem*, T. II, §. 2512) führt an, dafs sich in der Gewehrkammer eines Teutschen, des Herrn von *Schmettau* eine sehr vollkommene Windbüchse mit der Jahrzahl 1474 befunden habe. Der Gebrauch der Windbüchsen wurde aber im 17ten Jahrhunderte, wegen der entdeckten mechanischen Eigenschaften der Luft, häufiger als vorher. *Mersenna* (*Phaenom. pneumatic. prop.* 22. 23.) war der erste, der ihre Einrichtung, den Gebrauch und die Stärke derselben beschrieb. Die Teutschen, und besonders Nürnberger Künstler, haben gröfsere unter dem Namen Windkanonen verfertigt, welche Kugeln bis 4 Pfund treiben, und damit in einer Entfernung von 400 Schritten ein 2 Zoll dickes Brett durchboren. Das Wesentlichste an einer Windbüchse ist eine hinlänglich feste Windkammer, worin die Luft comprimirt wird. Diese befindet sich gleich unmittelbar an dem Schwanzstücke des Laufs, und ist von diesem durch ein Ventil getrennt, das so lange verschlossen bleibt, bis eine Kugel abgeschofsen werden soll. Das Ventil wird vermittslst eines kleinen Druckes geöffnet, so wie er beim Flintenschlofs sonst gewöhnlich ist. Die ganze Einrichtung ist übrigens so gemacht, dafs das Ventil jedes Mal nur wenige Augenblicke offen bleibt, damit nur so viel Luft herausgehe, als eine Kugel fortzutreiben nöthig ist; und davon hat man die Bequemlichkeit, dafs mehrere Schösse nach einander geschehen können, ohne dafs es nöthig wäre von Neuem Luft einzupumpen.

Die gemeinen Windbüchsen mit einfachem Laufe haben die Windkammer im Schafte, den man vom Laufe abschrauben, und statt dessen eine Druckpumpe anschrauben kann, welche die Luft zu comprimiren dient. Um diese Verdichtung der eingeschlofsenen Luft desto weiter treiben zu können, verbindet man auch wohl mit der Pumpe eine Druckstange, indem man die Stempelstange an der Wand des Zimmers so befestigt, dafs sie sich daselbst frei

Professor *Wilhelm Remer* in Helmstädt, der *Webers* Werk nicht kannte, sagt über dies Phänomen (Gilbert's Annalen der Physik, B. VIII, St. 3, p. 337) Folgendes: „Eines Abends, da es ziemlich finster war, schofs ich zufällig eine sehr gute Windbüchse, die ich möglichst stark voll Luft geladen hatte, im Dunkeln ab. Ein über einen halben Fufs langer sehr heller aber augenblicklich verschwindender Blitz fuhr aus dem Rohre des Gewehrs heraus; und erhellte das ganze Zimmer. Ich wiederholte den Schufs mehrere Male, sah aber mit jedem Schusse das Licht geringer werden, und endlich ganz verschwinden, obgleich noch mehrere Portionen Luft in dem Gewehre waren." Nachher hörte er von mehreren Personen, die Windbüchsen besafsen, dafs auch sie dies Feuerphänomen beim Abschiessen der Büchsen bemerkt hätten. Er bemerkt noch, dafs das Leuchten nur bei einer sehr starken Ladung mit Luft erfolge. Kann man zwanzig Mal aus einer Windbüchse schiessen, so sieht man nach ihm dies Licht etwa bei den ersten fünf oder sechs Schüssen. Zuletzt ist es ein Lichtatom an der Mündung des Rohres, das kaum dem aufmerksamsten Auge sichtbar ist. Es erfolgt nach seiner Beobachtung aber auch nicht bei allen Windbüchsen; manche sehr gute Windbüchse leuchtet nicht, und wenn man sie auch bis zur Gefahr des Zersprengens mit Luft ladete; andere leuch-

drehen kann. Das andere Ende aber wird mit den Händen angegriffen, und so mit der Pumpe um den Schaft wechselsweise gehoben und niedergedrückt. (*Musschenbroek introd.* T. II, §. 2111.) Andere Windbüchsen besitzen einen doppelten Lauf aus zwei Cylindern, wovon der eine in dem andern steckt, so, dafs beide eine gemeinschaftliche geometrische Achse haben. Dieser Lauf ist an einem gewöhnlichen Flintenschaft befestigt, und in dem letztern eine kleine Druckpumpe angebracht, welche die Luft in dem Raume zwischen beiden Läufen zu verdichten dient. Die Stempelstange wird da, wo sie aus dem Schafte hervorragt, mit einem Ringe versehen, durch den man einen eisernen Bolzen steckt, wenn die Luft eingepumpt werden soll. Auf den Bolzen tritt man alsdann mit den Füfsen, greift den Lauf der Windbüchse mit den Händen an, und kann auf solche Art nur durch abwechselndes Heben und Niederdrücken der ganzen Windbüchse das Einpumpen bewirken. Man kann sich der Windbüchse bequem an Orten bedienen, um schädliche Thiere zu tödten, wo anderes Geschütz wegen zu befürchtender Feuersbrunst anzuwenden nicht rathsam wäre. Auch würden sich die Jäger bei der Jagd auf sehr vorsichtige Thiere, z. B. Gemsen, derselben mit Vortheil bedienen können.

Die Kraft der Windbüchse berechnet *Karsten* (in s. Lehrbegr. der gesammt. Mathem. Th. VI, Pneumat. Abschnitt IX.) Wenn man nach *Regnault* die Luft in den Windbüchsen 100 Mal dichter machen könne, so findet *Karsten* bei der Länge des Laufs 4 Fufs, dem Durchmesser der Kugel 3/8 Zoll, der Länge des Raums, der anfänglich die verdichtete Luft enthält, = 2 Zoll, dafs die Bleikugel mit einer Geschwindigkeit von 654 Par. Fufs in einer Sekunde aus dem Laufe getrieben wird, welche Angabe aber des Widerstands der atmosphärischen Luft wegen auf 628 Fufs herabzusetzen ist.

ten leicht; auch konnte *Remer* nicht bemerken, dafs die Stärke des Oelens des Gewehrs Einflufs auf die Erscheinung habe; denn, als das Gewehr seit einem Vierteljahre nicht geölt war, war das Leuchten eben so stark, als damals, da er es zum ersten Male wahrnahm, und das Schmieren eben frisch geschehen war.

Später (a. a. O. B. XVII, p. 25) erzählt er noch, die Intensität des Lichtes nehme in dem nemlichen Verhältnisse ab, in welcher die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe der Büchse abnehme. Anfänglich sieht er, wenn er mit 250 Kolbenzügen die in seiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht hat, einen Fufs langen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, der sein ganzes ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tannenes Brett in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein blofses bläulichtes Flämchen an der Spitze des Rohrs, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Gilbert bemerkte (a. a. O. B. VIII, St. 3, p. 340) in einer Note zu den ersten Bemerkungen des Herrn *Remer*, dafs schon vor geraumer Zeit ihm ein gewisser Kriegsrath von *Leyser* zu Halle von Windbüchsen, die im Dunkel losgebrannt einen Lichtstrahl ausstofsen, erzählt habe. Dieser habe behauptet, es finde die Lichterscheinung nur bei Windbüchsen mit eisernem Laufe, nicht bei solchen Statt, deren Lauf inwendig mit Messing gefüttert ist, und den Grund des Phänomens im hineingekommenen Sande gesucht. *Gilbert* konnte bei seiner Windbüchse mit messingenem Laufe kein Leuchten wahrnehmen, indessen läugnete er nicht, dafs nicht vielleicht der Grund des Mifslingens in einer zu geringen Ladung zu suchen gewesen sein möchte.

Priestley bemerkt, dafs die Luft durch Verdünnung vermittelst der Luftpumpe nicht im Allergeringsten verdeckt werde.

Bewegung der Luft.

Unsere Erdatmosphäre ist in beständiger Bewegung; die Stille der Luft ist bei ganz schwachen Bewegungen nur scheinbar, wovon uns schon ein an einem leichten Seidenfaden aufgehangenes Korkkügelchen überzeugen kann. Jede Stöhrung des Gleichgewichts der Luftsäulen in Hinsicht auf Elasticität, specifisches Gewicht, Druck und Quantität der Luft, mufs ein Ausströhmen der Luft von einem Orte, und ein Hinströhmen nach einem andern hervorbringen. Wir empfinden die Bewegung durch den Stofs der Luft auf unsern Körper, wir sehen bewegte Wolken, und durch diese die verschiedenen Lufströhme; wir beobachten

achten durch die Unruhe in der Atmosphäre veranlafste Ortsveränderung verschiedener beweglicher Körper. Der Matrose sucht bei schwacher Bewegung die Richtung derselben zu erkunden, indem er den Zeigefinger in die Luft emporstreckt. An welcher Seite des Fingers er eine Spur von Kälte empfindet, daher bewegt sich die Luft, weil sie daselbst durch vermehrte Ausdünstung die Wärme vermindert.

Die Bewegung der Luft in der Atmosphäre nennt man Wind, (*Ventus, vent.*) Ist die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft sehr grofs, so heifsen die Winde auch Stürme, Orkane, Windbräute. Die Winde erhalten ihren Namen nach der Weltgegend, von welcher sie herkommen, Nord- (*Boreas*) Süd- (*Notus*) Ost- (*Solanus*) West- (*Favonius*) Winde. Eben so erhalten die Winde, die nicht gerade aus einer Hauptgegend wehen, den Namen der zugehörigen Nebengegend. Auf diese Art werden der Richtung nach 32 Winde unterschieden, als aufser den angeführten, Nordwest-, (*Caurus*) Süd-West- (*Africus*), Süd-Ost- (*Eurus*), Nord-Ost- (*Aquilo*), Nord-Nord-West-, West-Nord-West-, West-Süd-West-, Süd-Süd-Ost-, Ost-Süd-Ost-, Ost-Nord-Ost-, Nord-Nord-Ost-, Nord gen West-, Nord-West gen Nord-, Nord-West gen West-, West gen Nord-, West gen Süd-, Süd-West gen West-, Süd-West gen Süd-, Süd gen West-, Süd gen Ost-, Süd-Ost gen Süd-, Süd-Ost gen Ost-, Ost gen Süd-, Ost gen Nord-, Nord-Ost gen Ost-, Nord-Ost gen Nord-, Nord gen Ost-Wind.

Die meisten Winde sind horizontal, oder weichen doch nicht viel von der horizontalen Richtung ab, indessen können zufällige Ursachen im Luftkreise bewirken, dafs die Luftströhme nach allen möglichen Richtungen entstehen.

Die beständigen Winde wehen sehr gleichförmig und gelinde; ihre Geschwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fufs in einer Sekunde. Die unbeständigen Winde hingegen sind heftiger und geschwinder. Bei einer Geschwindigkeit zwischen 40 und 60 Fufs in der Sekunde heifsen sie Stürme, und die noch geschwindern Orkane. *Mariotte* setzt zwar die Geschwindigkeit des heftigsten Windes nur auf 32 Par. Fufs: aber *Derham* beobachtete schon einen Sturm von 66 englischen Fufs Geschwindigkeit, wodurch eine steinerne Säule von 12 Fufs Höhe, 5 Fufs Breite, und 2 Fufs Dicke abgebrochen ward. *Kraft* beobachtete am 24ten März 1741 zu Petersburg einen Orkan, der in einer Sekunde $109\frac{7}{16}$ Rheinl. Fufs durchlief, und zu anderer Zeit einen von 123 Fufs.

Diese unbeständigen Winde wehen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, vielmehr erfolgen sie gleichsam stofsweise, oft mit erstaunlicher Gewalt, legen sich dann bald wieder, und fangen dann von Neuem zu wüthen an. Ge-

wöhnlich sind sie auf der See noch viel stärker, als auf dem Lande. Die Gewalt des Windes hängt von seiner Geschwindigkeit und der Dichte der Luft ab.

Lampadius führt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie p. 175.) folgende Arten der Winde nach ihrer Bewegung auf:

a) Gleichförmiger Wind, wenn die Bewegung der Luft in einer gegebenen Zeit mit ziemlich gleicher Geschwindigkeit erfolgt.

b) Windwellen, wenn die Bewegung in kurzen Zeiträumen d. i. sekundenweise stärker und schwächer ist. An einigen Orten sagt man alsdann der Wind fludert, oder er geht hohl, und bringt im Winter Thauwetter.

c) Windstöfse, wenn bei ziemlich ruhiger Luft zuweilen kurz anhaltende starke Luftbewegung eintritt.

d) Wirbelwinde. Sie bestehen aus einer Luftsäule die mit Heftigkeit um ihre Axe gedrehet wird, und zugleich eine fortgehende Bewegung zeigt. Ihre Wirkungen sind sehr gewaltsam. (Fischers phys. Wörterb. Artikel Wind; Gehlers Wörterb. derselbe Artikel.)

Euler bemerkt, (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre übersetzt aus dem Franz. v. Kries B. I. p. 11.) die Geschwindigkeit des Windes sei sehr mannigfaltig; ein mittelmäfsiger Wind gehe in einer Secunde durch zehn Fufs oder durch 600 in einer Minute. Ein Wind der zwanzig Fufs in einer Secunde, oder 1200 in einer Minute mache, sei schon ziemlich stark; mache er aber 50 Fufs in einer Secunde so sei er überaus heftig.

Verschiedene Luftströme in der Atmosphäre kann man oft sehr deutlich an der Bewegung der Wolken wahrnehmen. An Gewittertagen sieht man zuweilen drei bis vier verschiedene Wolkenzüge. Indessen darf man nach den Wolkenzügen nicht immer den Luftstrom beurtheilen, z. B. wenn sich verschiedene electrische Wolken einander anziehn, oder wenn die Wolken von hohen waldigen Gebirgen angezogen werden, so halten sie eine eigenthümliche von dem Luftstrom unabhängigen Bewegung. Oft giebt es Strömungen in der obern Luft, während es in der untern ganz ruhig ist. In gröfserer Höhe soll nach einigen Luftschifferberichten der Wind regelmäfsiger als an der Erde sein.

Es giebt auf der Erde Oerter, wo die Winde das ganze Jahr hindurch beständig sind; andere wo sie sich periodisch nach gewissen bestimmten Gesetzen verändern, und noch sehr viele andere wo sie das ganze Jahr hindurch beständig veränderlich sind, und bald von der einen, bald von der andern Weltgegend hergehen. Zwischen den Wendekreisen, und noch einige Grade über dieselben hinaus, weht auf dem Weltmeere ein beständiger Ostwind, welcher sich indessen nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehet, und sich bei dieser Abweichung nach dem Stande der Sonne richtet. Wenn nemlich die Sonne in den nördlichen Zeichen stehet, so zieht

sich dieser Wind auf der Nordseite weniger nach Norden, dagegen aber auf der Südseite mehr nach Süden und beim Stande der Sonne in den südlichen Zeichen findet gerade das Gegentheil Statt.

Dieser Wind wehet den gröfsten Theil des Jahrs hindurch nordwärts vom Aequator von 5 bis 30 Grad N. B. und südwärts von 1 bis 30 Grad S. B. Nahe am Aequator vorzüglich diesseits wehet ein äufserst schwacher Ostwind der gröfstentheil kaum bemerkbar ist; aber nur auf den Meeren bemerkt man diese Winde regelmäfsig.

Die Beschaffenheit dieser Winde hat Halley (*An historical. Account of the trade — Winds and monsoons observable in the seas between and near the tropiks* in den *Philosoph. Transact. n.* 138 p. 153) zuerst genau dargestellt, und Musschenbroek (*Introduct ad philosoph. natur. Tom* II. *Tab.* LXIV.) hat nach ihm und Dampier eine Karte geliefert, deren Anblick die Richtungen derselben deutlich übersehen läfst. 1)

1) Halley leitete die beständigen Winde zwischen der heifsen Zone aus der Erwärmung der Atmosphäre auf folgende Art ab: Weil sich die Sonne beständig zwischen den Wendekreisen von Osten nach Westen bewegt, so wird die Luft an dem Orte, in dessen Scheitel sie steht, am stärksten erwärmt, und die daselbst befindliche Luftsäule verdünnt. Dadurch müsse sich aber der ganze Theil der Atmosphäre erheben, und nach oben auf allen Seiten abfliefsen. Wegen der Wiederherstellung des Gleichgewichts müsse nun die untere kältere Luft von allen Gegenden zu fliefsen; diese werde aber durch die Sonne wieder erwärmt, und es müfste abermals kältere Luft von unten her zu kommen u. s. f. Da sich aber der Ort, wo dieses geschehe verändere und mit der Sonne vom Morgen gegen Abend fortrücke, so ergiefse sich die erwärmte Luftsäule vorzüglich gegen Morgen zu, und es bewege sich dagegen die untere kältere Luft besonders von Morgen gegen Abend; daher an den Orten, über welche die Sonne gerade hindurch gehet, und in der Nähe derselben, ein beständiger Ostwind bemerklich sein müsse. Dieser Wind müsse sich aber auch nach dem Stande der Sonne in der Ecliptik richten, und daraus erkläre sich, dafs sich dieser Wind nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehen müsse. D'Alembert (*Reflexions sur la cause générale des vents, pièce, qui a remporté le prix par l'Academ. roy. de Prusse pour l'ann.* 1747. 4.) untersuchte welchen Einflufs die Anziehung des Mondes auf die Gestalt des Luftkreises haben müsse. Er fand, dafs diese Wirkung auf die Luftmasse viel zu gering sei, um je durch eine Barometerveränderung merklich zu werden; hieraus müsse aber doch ein beständiger Luftstrom von Osten nach Westen entstehn, daher man diese Ursache bei der Erklärung des beständigen Ostwindes wenigstens als mitwirkende Ursache ansehn müsse. Halleys Erklärung der beständigen Ostwinde der heifsen Zone setzte Hube (über die Ausdünstung u. s. w. Leipzig 1790. 8. Cap. 57) sehr wichtige Gründe entgegen. Nach ihr, sagt er, hinge der allgemeine Ostwind blofs von dem Unterschiede in der täglichen Wärme des Orts ab. Dieser Unterschied ist aber in den kalten Ländern noch viel gröfser, als unter

Zu den periodischen Winden gehören die **Passatwinde**, **Mussons** (*venti anniversarii*, *Moussons*) und die abwechselnden **Land- und Seewinde** an den Küsten der heißen Zone. Unter den Passatwinden versteht man die Winde, die eine Zeit des Jahrs hindurch nach einer gewissen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengesetzten wehen. Dergleichen Winde finden sich häufig besonders auf den ostindischen, chinesischen und andern eingeschränkten Meeren zwischen den Wendekreisen. Diese Winde sind östlich, und nehmen ihre Richtung nach Süden; sehr oft kommen sie von der Südseite, und machen den Ost-Süd-Ostwind, und von der Nordseite, da sie denn den Ost-Nord-Ostwind darstellen. Die Südwinde indessen erstrecken sich oft bis jenseits der Linie. Diese Winde sind auf dem grofsen Südmeere sehr regelmäfsig, und wehen bis an die afrikanische Küste hin, von der Seite von Madagascar; allein vom indischen Archipel, bis an dieselben Küsten von Afrika, nordseits der Linie, verändern sie sich alle sechs Monate.

der Linie. Daher müfste sich auch bei uns am Nachmittage die erwärmte westliche Luft erheben, und der kältern östlichen Platz machen. Und wenn auch dieser allgemeine Wind bei uns nicht völlig östlich, sondern nordöstlich wäre, so müfste er doch regelmäfsig sein. Wir bemerken aber dergleichen nicht, und wollte man Ursachen angeben, die diesen regelmäfsigen Gang verhinderten, so müfste man zeigen, dafs diese Ursachen in der heifsen Zone nicht Statt finden. Ferner folgt aus *Halleys* Erklärung nicht, dafs die Bewegung der Luft nach Osten den ganzen Tag daure. Bei Sonnenaufgang ist vielmehr die Luft nach Osten hin warm und leicht, daher müfste sie aufsteigen, und die westliche kalte und schwere dagegen eindringen. Dieser Westwind des Morgens müfste viel stärker sein, als der Ostwind gegen Abend, weil die Wärme den ganzen Tag über nie schneller zunimmt als bei Sonnenaufgang. Aber dergleichen Westwind zeigt sich unter dem Aequator nicht, und bei uns kommen die Winde, die sich bei Sonnenaufgang erheben, ohne Unterschied aus allen Weltgegenden. Daher mufs man schliefsen, der Unterschied in der täglichen Wärme, sei nicht vermögend einen wirklichen Wind zu verursachen. Dies wird man auch leicht finden, wenn man bedenkt, dafs dieser Unterschied im Mittel nicht über neun bis zehn Grad geht, welches doch wohl zu wenig ist, um den Zusammenhang der Luftmassen zu trennen, wozu noch kömmt, dafs die Sonne bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung in einer Minute Zeit durch das Zenith vieler Meilen geht, und also die Luft auf viele Meilen weit so schnell in andern Stand bringt, dafs schon die Kürze der Zeit keine Entstehung eines Windes gestattet. Auch der *d'Alembertschen* Erklärung durch die Anziehung des Mondes setzt *Hube* entgegen, eine solche Veränderung der Schwere der Luftsäule müsse auf den Stand des Barometers Einflufs haben, auch müsse man in der Stärke des allgemeinen Windes Veränderungen wahrnehmen, die sich nach dem Stande und der Veränderung des Mondes richteten, wovon sich doch keine Spur zeige. *Hube* selbst leitet den regelmäfsigen Ostwind zwischen den Wendekreisen vielmehr von der Umdrehung der Erde her, welche die Punkte des Aequators schneller als die Stellen der Parallelkreise fortführt. Die untere Luft mufs aus beiden Halbkugeln der Erde

Folgende sind einige der bekanntesten Moussons:

Zwischen Madagascar und den afrikanischen Küsten S. O. Wind vom October bis zum May, übrigens W.

Zwischen Arabien und Malabar vom April bis October S. O. übrigens N. W. Von Sumatra an längst der chinesischen Küste vom October bis May N. N. O. alsdann S. W.

An der Brasilianischen Küste vom September bis April N. O. und die übrige Zeit S. W.

beständig nach den Gegenden um die Linie fliefsen, weil hier die Hitze beständig am gröfsten ist, daher die leichtere Luft erhoben, und unten von beiden Seiten her durch schwerere ersetzt wird. Diese zuströmende Luft kommt also nach und nach über Punkte, die sich immer schneller gegen Osten drehen. Da sie diese Geschwindigkeit nicht augenblicklich mit annehmen kann, so bleibt sie gegen die Oberfläche der Erde nach Westen zurück, und verursacht dem Körper, den die Umdrehung schneller durch sie hindurch führt, die Empfindung eines östlichen Windes, der sich nordwärts der Linie in Nordost, südwärts in Südost verändert. Schon *Mariotte* (*Traité du mouvement des eaux P.* I. *disc.* III. in den *Oeuvres* p. 341. *sqq.*) hat dieselbe Erklärung des beständigen Ostwindes der heifsen Zone gegeben.

Lampadius giebt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärol. p. 185 ff.) folgende Erklärung: Durch die stärkere und gleichförmigere Wärme in den wärmern Gegenden wird die Aequatorluft ausgedehnt, specifisch leichter und zum Aufsteigen gezwungen. Die Polarluft strömt an der Oberfläche der Erde sowohl vom Nordpol als vom Südpol dem Aequator zu. Sie würde disseits des Aequators reinen Nord- und jenseits desselben reinen Südwind hervorbringen, wenn sie auf ihrem Wege die Erdoberfläche, die sich in gleicher Geschwindigkeit mit ihr herumdrehete anträfe. So aber trifft die Polarluft Parallele der Erdoberfläche, die sich mit vermehrter Geschwindigkeit unter ihr fortbewegen an, und ehe sie diese Geschwindigkeit auch erreicht, bleibt sie zurück, und wird disseits des Aequators in eine nordöstliche und jenseits in eine südöstliche Richtung gebracht. In der Mitte des Zusammenströmens beider Ströme mufs natürlich ein ruhiger Zustand der Luft eintreten. Dafs diese Mitte mehr disseits des Aequators als zu beiden Seiten gleich trifft, erklärt man daher, dafs überhaupt nicht der Aequator der Wärme mit dem Erdäquator zusammentrifft, und die nördliche Halbkugel mehr Wärme als die südliche hat. Die unter dem Aequator aufsteigende Luft strömt nach dieser Erklärung in den oberen Regionen wieder nordwärts und senkt sich allmählig nach den Polen zu. Daher kann zuweilen mitten im Winter in tiefen Norden ein warmer Südwind eintreten, wärend in mittleren nördlichen Breiten starke Kälte herrscht. Bestände die ganze Erdkugel aus Wasser, oder wäre sie ohne Gebirge und mit Sand bedeckt, so würde allenthalben ein regelmäfsiger Wind wehen der nur durch atmosphärische Zersetzungen unterbrochen würde. Die Gebirge mit ihren Eismassen aber bringen die gröfsten Abweichungen hervor. Eintretende Gewitterstürme stören indessen so wohl diese östlichen Winde als auch die Mussons.

Hieher gehören auch die 'Ετησίαι der Griechen, welche in den Hundstagen aus Norden kühlend weheten, und die Χελιδόνιοι oder Ορνιθίαι aus Süden im Winter erwärmen.

Nachrichten von den Passatwinden findet man aus den Nachrichten von den Ostindienfahrern und den ältern Geographen gesammelt bei *Halley* (*An historical account of the trade — and monfonns etc.* in der *Philosoph. Transact. no.* 188. p. 153) und *Musschenbroek* (*Introduct. ad philos. natural. T.* II. §. 2570 *sqq.*), der sie *motiones* nennt. Von den Passatwinden des indischen Meers handelt sehr vollständig Kapitain *Forest* (*A treatise on the monscons in East. India London*, 1784. 8.) 1)

1) Die Ursachen von den Passatwinden hat *Halley* vorzüglich in den verschiedenen Stellungen der Sonne nach den Jahrszeiten gesucht, dabei aber auch zugleich auf die Beschaffenheit des Bodens, auf die Lage der Gebürge u. dgl. Rücksicht genommen. Nach ihm wird durch die Erwärmung der Luft in Arabien, Persien und Indien vom April bis zum September ein Wind verursacht, der dem allgemein in diesen Gegenden herrschenden Nordost entgegengesetzt ist, mithin ein Südwestwind; dagegen der Nordost im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge noch mehr verstärkt wird. Aber die von Halley angeführten Ursachen von der Entstehung der Passatwinde scheinen schon darum nicht hinreichend zu seyn, da dergleichen in andern Meeren unter gleicher Breite von denselben Ursachen nicht entstehn.

Hube (über die Ausdünstung, Cap. 61, p. 352 f.; und vollständiger und faſslicher Unterricht in der Naturlehre, B. II. 35 Brief, p. 270 f.) leitet die Entstehung der Passatwinde, die auf dem Meerbusen zwischen Arabien, Persien und Malabar herrschen, wie auch die auf dem Meerbusen von Bengalen, die die bekanntesten sind, von den weit ausgedehnten und bergigen Ländern, welche beide Meerbusen gegen Norden umgeben, her. Diese werden nemlich im Winter viel stärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher flieſst die Luft von ihnen oft mit Ungestüm gegen die Linie, mehrentheils nordöstlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Westwinde herrschen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich; der Nordostwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu flieſsen. Diese hat wegen der Drehung der Erde eine immer mehr westliche Richtung, je weiter sie über dem Meere fortgeht, und sie führt, weil alsdann die Regenzeit diesseits der Linie ist, schwere Gewölke mit sich, die sie gegen die Küste von Malabar treibt, wo sie sich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigsten Platzregen ergieſsen.

Ueber die Küste von Coromandel ist indessen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünsten gereinigte westliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordost her gegen dieselben Gebirge getrieben, und es bilden sich daselbst in ihr durch die Kälte in den kältesten Monaten, dem November, December und Januar an der westlichen Seite eine Menge schwerer Gewölke, die nachher mit Westwinden heraufkommen, und auf der Küste Regen und Ungewitter veranlassen. Indessen ist der Himmel in Malabar heiter. Dieser Unterschied so naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beide von einander sondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen Gatischen Gebirge viel stärker und schneller, als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird also schwer, und bewegt

Was die abwechselnden Land- und Seewinde an den Küsten der heifsen Zone betrifft, so wehen die Landwinde des Nachts nach der See zu, die Seewinde am Tage vom Meere landwärts. So wehet auf St. Domingo gemeiniglich ein Ostwind vom Meer her von 10 Uhr Vormittags bis 6 oder 7 Uhr Abends, worauf ihn Westwind vom Lande ablöst, welcher die ganze Nacht hindurch anhält. Die Seewinde sind an den Vorgebirgen am stärksten in den Meerbusen am schwächsten, herrschen rund um die Inseln, und sind beim klaren Wetter regel-

sich unten an der Erde gegen das Meer zu. Auf diese Weise entsteht der Westwind in Coromandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zufliefsende Luft sich über dem Lande erheben mufs, und dadurch erkältet wird, so schlagen sich aus ihr die Dünste nieder, und verursachen starke und anhaltende Regen.

Nach *de la Metherie* (Theorie der Erde, aus dem Franz., B. I. Leipzig 1797, p. 197) ist es vorzüglich die Sonne, die macht, dafs der Luftstrom eher von der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenseits Indien ist, herkömmt; denn in derselben Zeit, da die Sonne in unserm Gesichtskreise ist, erwärmt sie sehr stark den ganzen Theil von Afrika, der diesseits des Aequator liegt, Aethiopien, Abyssinien, Aegypten u. s. w. und mufs demnach die Nordwestwinde hervorbringen; denn die Luft ist daselbst weit dünner als die, welche über dem indischen Meere ist; sie mufs daher von dieser Seite entweichen, so wie sie über dem atlantischen Meere von der Seite des Cap Vert und des Cap des Canaries ihre Stelle verläfst, welcher Umstand Gelegenheit giebt, dafs der Ostwind mehr Stärke erhält; zu derselben Zeit treibt sie die Dünste des rothen Meers, des persischen Meerbusens und selbst einen Theil der Dünste des mittelländischen Meers gegen die Gebürgskette an den Küsten, besonders bei Malabar, und dadurch entstehen starke und anhaltende Regengüfse. Diese Regen kühlen die Luft ab, und verdichten sie noch stärker, so dafs der Strom um so mehr genöthigt ist, seine Richtung nach Westen zu nehmen. Die Gipfel der Abyssinischen Berge, welche mehr nach Osten als nach Westen gekehrt sind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bei, und diese verschiedenen Ursachen sind es, welchen den Westmoufson auf dem indischen Meere zu der Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden diese Ursachen nicht Statt, der Ostmoufson oder der ordentliche Wind erhält daher seine gewöhnliche Richtung wieder, und führt die Regenzeit nach Coromandel hin, weil die Dünste des indianischen Meers verdichtet und nach der östlichen Küste des Gebirges Gate getrieben werden.

Lampadius sagt (a. a. O. p. 187) folgendes über die Ursache der Moufsons: Sie richten sich nach dem Stande der Sonne gegen die Länder und Meere. Das Land wird stärker als das Meer erwärmt, und die Seeluft strömt dem Lande zu. Je stärker nun und gleichförmiger diese Erwärmung geschieht, um so anhaltender und regelmäfsiger ist der Wind. In einem andern Falle wird ein benachbartes Meer stärker erwärmt, als ein angrenzendes hohes gebirgigtes Land, und in diesem Falle stürmt die Luft von dem Lande dem Meere zu. Wieder ein anderes Mal wird eine Insel durch einen Gebirgskamm in der Mitte in zwei Theile getheilt, und je nachdem die Sonnenstrahlen länger an diese oder an jene Seite antreffen und sie erwärmen, entsteht ein Moufson nach dieser oder jener Seite des Gebirges hin. Daher hat ein Küstenland zwei ganz entgegengesetzte Moufsons, wo alsdann während des Uebergangs von einem zum andern eine Windstille herrscht.

mäſsig. Sie gehn aber nie weit ins Land hinein. Die Landwinde gehen auf der Insel von der Mitte aus nach allen Seiten; zuweilen reichen sie kaum bis über die Ufer, zuweilen erstrecken sie sich eine halbe Meile und noch weiter ins Meer hinein. Von den Vorgebirgen kommen die schwächsten Landwinde, dagegen sind sie in den Meerbusen am ştärksten. 1)

Der Raum innerhalb welchem die regelmäſsigen Winde weder östlich noch südlich sind, fällt nicht wie man glauben sollte, an den Aequator selbst, sondern vom 3 bis 5° nördlicher Breite. In dieser schmalen Zone giebt es ohne Unterlaſs Windstillen mit häufigem Regen begleitet, auch unregelmäſsige und stürmende Winde, mit Blitz und Donner. 2)

In den gemäſsigten und kalten Zonen herrschen nur beständige Winde. Inzwischen wehen fast an jedem Orte gewisse Winde häufiger als andere; sie finden sich aber nicht zu gewissen Zeiten und in regelmäſsiger Ordnung ein. Diese Winde erstrecken sich oft über 100 Meilen weit, und führen oft eine wärmere Luft zu, als vorher an dem Orte war. Die Ursache dieser veränderlichen Winde ist schwer anzugeben. 3)

1) Alle diese Wahrnehmungen machen es sehr wahrscheinlich, daſs die abwechselnden Land- und Seewinde ihren Grund in der ungleichen Erwärmung der Erde und des Wassers haben. In der Nacht wird nemlich das Land schneller erkältet, und die untere dichtere Luft verbreitet sich gegen die auf dem Meere liegende dünnere, dagegen am Tage, wegen der schnellern und stärkern Erwärmung des Landes das Gegentheil Statt hat.

2) Der Grund, warum die beiden groſsen Luftströme nicht im Aequator selbst, als in der Mitte beider Halbkugeln der Erde zusammentreffen, liegt in der ungleichen Anhäufung der Wärme, welche durch den längern Aufenthalt der Sonne in der nördlichen Halbkugel hervorgebracht wird. *Aepinus* (*Cogitationes de distributione caloris per tellurem*) setzt die Wärme beider Hemisphäre wie 14 : 13, wobei aber auf die gröſsere Nähe der Sonne im Sommer der nördlichen Länder nicht Rücksicht genommen ist. Dagegen zeigt Herr *Prevost* (über die Grenze der regelmäſsigen Winde; aus dem *Journal de Physique*, 1791; übers. in Gren's Journal der Physik, B. VIII. p. 88 f.), wie die Lage des Aequators mit dem Verhältniſse der Wärme zusammenhänge, und findet, das letztere müſse = 11 : 9 seyn, wenn die Gränze vom Aequator 4° entfernt liege.

3) *Musschenbroek* giebt (*Introduct. ad philos. natural*, T. II. §. 2619 sqq.) einige Berechnungen über die Gewalt des Windes, wobei er annimmt, das Moment des Windes verhalte sich wie das Produkt der Luftmasse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Nach dieser Voraussetzung müſsen sich die Geschwindigkeiten von Wasser und Luft, wenn beide gleichviel wirken sollen, wie die Quadratwurzeln ihrer specifischen Gewichte verhalten. Auch lehren die Versuche, daſs die Luft etwa 24 Mal schneller, als das Wasser sich fortbewegen müsse, um mit diesem eine gleiche Wirkung auf eine ebene Fläche zu thun. Die Kraft des Stoſses eines flieſsenden Wassers ist nun dem Gewichte einer Wassersäule gleich, welche die gestoſsene Ebene zur Grundfläche und die der Geschwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat. Wenn daher das Wasser

Alle Winde sind nach Beschaffenheit der Orte, von denen sie kommen, und über die sie gestrichen sind, warm oder kalt, trocken oder feucht. So sind alle Winde, die von den Polen von hohen mit Schnee bedeckten Bergen und von der See herkommen kalt, indessen die, die von der Seite der Linie ausgehen, zumal wenn sie ihren Weg über festes Land genommen haben, welches ununterbrochen den senkrechten Strahlen der Sonne ausgesetzt war, und die, welche von ebenen Gegenden herkommen, warm und brennend heiſs sind; so ist der Ostwind von der ganzen westlichen Küste von Afrika sehr warm; auf der östlichen Küste von Amerika aber ist der Wind kühl. Die Westwinde sind in Europa kalt, und eben dieses gilt auch zur Winterszeit vom Ostwinde, der hingegen im Sommer warm ist; der Südwind ist es noch mehr, ob er gleich einen Theil der Wärme, den er besaſs, als er von Afrika ausgieng, über dem mittelländischen Meere abgesetzt hatte. Indessen kann der Südwind für die Länder, welche an der Nordseite groſser Gebirge liegen, kalt sein; denn, wenn z. B. die Alpen mit Schnee bedeckt sind, so wird dieser Wind in die Gegenden, die ihre Lage an der Nordseite derselben haben, Kälte bringen. Auch in Hinsicht der Orte, durch die die Winde ihren Gang genommen haben, werden sie trocken oder naſs sein; überhaupt sind diejenigen, welche über groſse Striche festen Landes gegangen sind, trocken, indessen diejenigen, die über das Meer herkommen, regnicht sind. So sind z. B. für Frankreich die Süd-

in einer Sekunde 1 Pariser Fuſs durchläuft, so wird die Kraft des Stoſses auf 1 Quadratfuſs Fläche dem Gewichte von 1/60 Cubikfuſs Wasser gleich, oder wenn man den Cubikfuſs Wasser = 63 Pfund schwer annimmt, 1 1/20 Pfund seyn. Eben so groſs ist die Gewalt eines Windstoſses, der in einer Secunde 24 Fuſs durchläuft. Derstärkste beobachtete Sturmwind von 123 Fuſs Geschwindigkeit in einer Sekunde geht ohngefähr 5 1/8 Mal schneller, wird folglich 26. Mal stärker wirken, und auf einen Quadratfuſs Fläche mit einer Gewalt von 16. 1 1/20 oder etwa 27 Pfund stoſsen. Hieraus läſst sich nun leicht ein Ueberschlag machen, daſs er auf einen 58 Fuſs hohen Baum, mit einer Krone von 50 Fuſs Breite, und einem Stamme von 10 Fuſs Höhe eine Kraft von 4200000 Pfund, und auf einem Thurm, welcher 150 Fuſs hoch und auf jeder Seite 30 Fuſs breit ist, eine von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben müſse. Auf denselben Gründen beruhet die Rechnung des Windstoſses gegen ebene Flächen, welche derselbe entweder nach senkrechter oder schiefer Richtung, wie bei den Windmühlenflügeln trift. *Karsten* (Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. VI, 1771, Pneumatik, Abschnitt IX) hat die ganze Theorie mit gehörigen Anwendungen zusammenhängend vorgetragen. Man nimmt gewöhnlich an, der Druck, den eine auf die Richtung des Windes senkrechte Fläche = $\mathfrak{b}$ leidet, wenn des Windes Geschwindigkeit der Höhe $\mathfrak{a}$ zugehört, und die Dichtigkeit der Luft = $\mathfrak{g}$ gesetzt wird, sei = $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{g}$. Dies stimmt mit *Newton's* Theorie vom Widerstande überein, welches auch nothwendig Statt haben muſs, indem der Erfolg der nemliche bleibt, es mag sich die feste ebene Fläche in der ruhenden flüſsigen Materie bewegen, oder umgekehrt die flüſsige Materie mit gleicher Geschwindigkeit gegen die ruhende Fläche stoſsen.

winde, die über das mittelländische Meer gehen, und die Westwinde, die ihren Weg über das atlantische Meer genommen haben, nafs, die Ost- und Nordwinde hingegen, die über grofse Strecken festen Landes gegangen sind, sehr trocken.

Aristoteles (*Meteor.* L. III.) *Seneca* (*Quaestiones natur.* V, p. 12.) und *Plinius* (*Historia natur.* II, p. 48.) erwähnen besondere Arten plötzlicher Stürme und Orkane (*repentini flatus*) unter den Namen *Prester*, *Exhydria*, *Ecnephias*, *Typhon*. Der Prester soll ein mit Blitzen begleiteter Sturmwind sein, und wird gewöhnlich für das jetzt unter dem Namen der Wasserhose bekannte, unter Luft und Wasser näher zu erwähnende, Meteor gehalten.

Die Exhydria, wobei eine Menge Wasser herabstürzt, wird gewöhnlich für den Wolkenbruch erklärt; so wie der Ecnephias, der aus einer Wolke hervorbricht, den im äthiopischen Meere, und vornemlich am Cap der guten Hoffnung vorkommenden, sogenannten Travados ähnlich zu sein scheint. Diese Travados bestehen aus kleinen schwarzen Wolken, die sich bei stillem und klarem Wetter zeigen, innerhalb einer kleinen Stunde sich weit verbreiten, uud die schrecklichsten Stürme hervorbringen, welche zuweilen den ganzen Compafs durchlaufen, Schiffe umwerfen, und Alles, was ihnen vorkömmt, zerstöhren. Auf der Küste von Guinea gibt es deren oft 2 bis 3 des Tages, im Aprill, Mai und Jenner; eben so in Loango, Guardaful, und auf dem Cap der guten Hoffnung, wo besonders die Travaden vom Tafelberge unter dem Namen des Ochsenauges bekannt sind. Der Typhon wird als ein heftiger gleichfalls aus einer Wolke hervorbrechender Wirbelwind beschrieben.

Der *Abbé Rochon* beschreibt in seinen Reisen nach Maroko und Indien in den Jahren 1767 bis 73 zwei solcher Orkane, welche 1771 auf *Isle de France* plötzlich in ihrer ganzen Stärke erschienen. Folgendes sind die Hauptereignisse dabei: 1771 im Februar bei heiterm Wetter fiel das Barometer ungewönlich, d. i., in 24 Stunden fünf und zwanzig Linien. Die Sonne war hell untergegangen. Um sieben Uhr aber schon brach das Ungewitter los. Der fürchterlichste Orkan tobte von allen Seiten des Horizonts her. Alles wurde niedergerissen, und die Schiffe an der Küste zertrümmert. Der Regen schofs in starken Ströhmen herab, und es blitzte und donnerte unaufhörlich. Das Wetter dauerte unaufhörlich 18 Stunden, und liefs erst nach, als das Barometer wieder stieg, das war des andern Tages um 3 Uhr. Die Insel stellte ein schreckliches Bild der Verwüstung dar.

Oft sind diese Stürme kürzer, oft gehen sie in der Nachbarschaft vor, und machen die Luft nur unruhig, ohne dafs es regnet. Bei dem Orkane, der im

December 1791 in Teutschland wüthete, war der eigentliche Mittelpunkt desselben in der Spandauer Gegend in Preufsen. Zu Göttingen war Südwest- zu Königsberg Nordostwind. Die Spandauer Wälder wurden niedergerissen, und dort gab es beim Sturme Blitz, Donner und Regen.

Unter den Winden, die eigenthümliche Beschaffenheiten besitzen, sind vorzüglich einige in den heissen Ländern merkwürdig. Dahin gehört der *Sirocco*, der in Italien und noch heftiger in Sicilien weht; er erstreckt sich über einen grofsen Theil des mittelländischen Meeres, ja er dringt in die Schweiz, wo er unter dem Namen des Fön bekannt ist. Zu Palermo soll er höchstens nur 40 Stunden anhalten, in Italien aber zuweilen mehrere Tage, ja Wochen nach einander wehen. Er kömmt aus den heissen Sandwüsten von Afrika, und ermattet Menschen und Thiere. Die Atmosphäre ist, so lange er wehet, trübe und neblicht, so dafs die Sonne nicht scheint, ohngeachtet man keine Wolken am Himmel sieht. Aehnliche Winde, die aber noch viel heisser, und zuweilen tödlich sind, hat man in Aegypten, Arabien, Persien und andern heissen Ländern. Sie kommen immer aus Sandwüsten, und haben daher auch in verschiedenen Gegenden ganz verschiedene Richtungen Dagegen hat der Hermattan ein Ostwind auf der Küste Senegal von der grofsen Wüste in Afrika in einigen Gegenden keine vorzügliche Wärme. Er ist aber äufserst trocken, und ebenfalls mit einer neblichten Luft begleitet. Man kann oft, wenn der Hermattan weht, nicht 20 Schritte weit sehen, und es sondert sich zuweilen, wenn die Luft sich nachher klärt, ein bräunlicher unfühlbarer Staub aus der Luft, der alles Linien dick bedeckt. Während er wehet, springen die Lippen auf, die Haut wird spröde, und gibt durch die Risse Blut.

Aber der gefährlichste unter diesen ausserordentlichen Winden ist der, den die Araber Sam, Smum, Samum oder Samiel nennen. Er ist an den Grenzen von Arabien und um Mecka, um den Euphrat und in Persien bekannt. Seine Ankunft erkennt man an einer feurigen Röthe, die sich am Himmel zeigt. Man hört ein Zischen und Prasseln in der Luft, indem er sich erhebt, und er tödtet wie der Blitz, Menschen und Thiere, die ihn einathmen, in einem Augenblicke. Dieser heisse Wind kömmt ebenfalls alle Zeit aus brennenden Sandwüsten, hält aber nur etwa eine Viertelstunde an. Man mufs sich mit dem Gesichte auf die Erde werfen, wenn man seiner Wuth entgehen will, wovon uns die Thiere ein Beispiel geben, welche ihre Köpfe senken, und sie dicht an die Erde halten, wenn dieser Wind ankommt. Befindet man sich mitten auf einem Flusse oder einem Gebirge, so hat man nichts zu befürchten. Die Körper der Menschen und Thiere, die er tödtet, faulen ausserordentlich schnell. *Hube* glaubt, dafs alle diese Winde, besonders aber der Smum, mit Electricität überladen sind.

Der Chamsin in Aegypten scheint von ähnlicher Beschaffenkeit aber doch nicht ganz so heftig zu sein.

Noch müssen wir des Ostwinds bei Sonnenaufgang Erwähnung thun. Bei heiterm ruhigen Wetter bemerkt man ihn kurz vor Sonnenaufgange und noch eine kurze Zeit nachher. Er ist nicht heftig und fast gleichförmig. 1)

1) Lampadius meint, dieser Wind entstehe dadurch, dafs, da die obern Schichter der Luft früher, als die untern erwärmt werden, und mithin die Wirkung der ersten Sonnenstrahlen sich in der Höhe schon weiter westwärts, als nahe an der Erde erstreckt, ein schräg aufsteigender Zug der Luft von Osten nach Westen nahe an der Erde entstehen müsse, welcher so lange dauert, bis alles ziemlich ins Gleichgewicht gesetzt ist. Andere Naturforscher erklären diesen Ostwind durch die erste Verdünstung, welche die Sonnenstrahlen erregen, oder durch das Fallen des Thaus u. s. w.

Im Allgemeinen ist die Theorie des Wiudes noch sehr unvollkommen. Baco von Verulam handelt in seiner Lehre von den Winden (Historia natur. et experim. de ventis in opp. 1665, p. 439) von den allgemeinen periodischen und einem Lande, oder einer Jahrszeit eigenthümlichen Winden, von den Gegenden des Himmels, von denen sie kommen, von ihren verschiedenen Eigenschaften, von ihrem örtlichen und zufälligen Ursprunge, von den ausserordentlich und plötzlich entstehenden Winden, von den Ursachen, die sie verstärken und schwächen, von ihren Gesetzen in Rücksicht der Zeit und des Raumes, von ihrer Nacheinanderfolge, ihren Bewegungen, Wirkungen, ihren Vorhersagungen und von den verschiedenen Methoden sie nachzuahmen. Den vorzüglichsten Grund aller dieser Winde setzt Baco in die Erwärmung und Erkältung der Atmosphäre. Ueberhaupt haben alle, welche von der Theorie der Winde geschrieben haben, als Colepreſs (Philosoph. Transact. No. 26), Garden (Philosoph. Transact. No. 175), Wargertin (Schwed. Abhandl. B. XXIV, v. Jahr 1762, p. 173 f.), Strahl (Theorie des Windes und der Kälte, in den Leipziger Samml. zur Physik und Naturgeschichte, B. II, St. 5, p. 575) u. m. Erwärmung und Erkältung als Haupt-ursachen von der Entstehung der Winde angenommen.

d'Alembert (Reflexions sur la cause génerale des vents) behauptet, dafs die Wirkung der Sonne und des Monds auf die Luft die Hauptursachen der Winde seien, indem erstere theils als warmmachend verdünne, und dadureh Ströhme veranlafse, theils durch Anziehung wirke, letzterer aber durch Anziehung zu den Winden beitrage, wobei er die Winde mit der Ebbe und Fluth, die gleichfalls dem Monde zugeschrieben werden müsse, vergleicht. Seine Hypothese ist auch in den Mémoires de l'Académie à Paris, an. 1750, p. 41 ff.) angeführt. Ausser diesen Hauptursachen findet er noch andere in den in verschiedenen Gegenden verschieden in die Atmosphäre sich erhebenden Dünsten der Richtung der Berge und Gebürgsketten, und die Oeffnung ihrer Pässe.

Musschenbroek (Introduct. ad philosoph. natural. T. II, §. 2601 sqq.) theilt die Ursachen der unbeständigen Winde in vier Classen, je nachdem sie sich unter der Erde, auf der Erdfläche, im Luftkreise, oder endlich über dem-

selben befinden. Von den unterirdischen Winden, welche aus den Aeolushöhlen hervorbrechen, zeugen viele Beobachtungen. Als Ursachen derselben lassen sich ungleiche Erwärmung und Erkältung in communicirenden Gängen, Wind durch einen Fall des Wassers veranlaſst, unterirdisches Feuer, Erdbeben, Durchstreichen des äuſsern Windes durch Gänge unter der Erde u. dgl. angeben. Bisweilen brechen solche Winde aus dem Meergrunde hervor, und verursachen ein Aufwallen und Brausen des Wassers. Auf der Erdfläche giebt es fast unzählbare Umstände, die die Luft bewegen können, die Meereswellen, aufsteigende Dünste, starke Feuer und Explosionen, das Schmelzen des Schnees, Fall der Körper, Gährung und Fäulniſs der Körper, durch die Menge entwickelter elastischer Materien u. s. f. Im Luftkreise aber sind ohne Zweifel die Haupturſachen, als Verdichtung und Verdünnung der Luft durch Kälte und Wärme, durch Aufsteigen der Dünste und Herabfallen des Regens, durch Erweiterung und Zusammendrückung der Wolken, die Luftelectricität, die Erkältung der Luftsäulen durch den Schatten der Wolken, und das Aufbrausen verschiedener einander begegnender Ausdünstungen, wodurch sich elastische Flüssigkeiten erzeugen; endlich der Blitz, indem er die Luft aus der Stille treibt, und andere veranlaſst sich in den leeren Raum zu ergieſsen. Ueber dem Luftkreise endlich finden sich noch Ursachen der Winde in der Anziehung der Luft durch die Sonne, und vornehmlich den Mond, welche auf die Luft eben so wie auf das Meer wirken sollen.

De Luc (Neue Ideen über Meteorologie, Th. II, §. 840 f.) führt als die am besten bekannten Ursachen der regelmäſsigen Winde den jährlichen und täglichen Lauf der Sonne, nebst der Bewegung an, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Axe mitgetheilt wird. Diese letztere nemlich muſs der Luft, die vom Aequator in die nördlichen Polarkreise übergeführt wird, wo die Umdrehung langsamer erfolgt, eine Richtung nach Osten geben, weil diese Luft die ihr mitgetheilte stärkere Bewegung nach dieser Gegend noch eine Zeitlang beibehält; dadurch muſs sich der Wind, der eigentlich Süd sein sollte, in Südwest verwandeln. Die umgekehrte Ursache muſs für uns die Nordwinde in Nordost verwandeln. Da aber die Winde bei weitem nicht das Regelmäſsige zeigen, welches diese Ursachen allein hervorbringen müſsten, so muſs es noch andere und wirksamere geben. Nach de Luc's Meinung gehören dahin die Ausdünstung und der Regen, wovon letzterer, wenn er plötzlich entsteht, fast alle Mal mit Sturm begleitet ist. Auch hatte schon de Saussure (Essai sur l'hygrometrie. Essai IV, §. 283) beide zur Erklärung gewisser Winde gebraucht, wobei er glaubte, daſs theils die elastischen Dünste bei ihrer plötzlichen Verdichtung zu tropfbarem Wasser leere Räume veranlassen, theils der Regen selbst wieder elastischen Dunst erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung der Luft verursache. Aber de Luc zeigt, daſs die gewöhnliche Art Ausdünstung und Regen zu betrachten, zu Erklärung der gewaltsamen Stürme, die so oft den Gewittern und Platzregen vorhergehen, nicht hinreichend sind. Vielmehr sucht er die wahre Ursache dieser groſsen Windstöſse in den schnellen Verwandlungen, die sich in der Atmosphäre zutragen. Wenn die Dünste, welche sich durch die Ausdünstung in der Atmosphäre erhoben hatten, eine Zeitlang in derselben in Luftgestalt befindlich gewesen sind, so werden sie vielleicht plötzlich

und mit grofser Zunahme des Volumens wiederum in Wasserdunst verwandelt, und dieser verdichtet sich nur mit starker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Wasser. Aus so schnellen und starken Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windstöfse begreiflich, die man bei plötzlicher Bildung der Wolken, und bei Platzregen fast alle Mal wahrnimmt. Und wenn nach Herrn de Luc's Meinung die Wolken keine bestimmte bleibende Massen, sondern nur vorübergehende Erscheinungen sind, die alle Augenblick zerstört und wieder erzeugt werden, so liegt auch hierinn ein Grund für lange anhaltende Winde. Nach Herrn Hube sind die vorzüglichsten Ursachen der veränderlichen Winde die Verschiedenheit in der Erwärmung durch die Sonne, Ausdunstung und Electricität. Wenn die kalte Luft der Pole nach den wärmern Gegenden fortfliefst, so mufs sie bald eine starke Abweichung von Osten nach Westen erhalten, weil die Geschwindigkeit der Oberfläche der Erde durch ihre Umdrehung nirgends so sehr schnell zunimmt, als nahe bei den Polen. Daher sind auf den dortigen Eismeeren die Ostwinde so gewöhnlich. Auch wir haben im Frühjahre häufige Ostwinde, weil uns nach Osten zu gebirgige von grofsen und offenen Meeren weit entfernte kalte Länder liegen, die sich spät von der Sonne erwärmen, und also vorzüglich im Frühjahre eine viel kältere Luft zu haben pflegen, als wir. Auf dem mittelländischen Meere herrschen, wegen der hohen Gebirge der syrischen Küste, die Ostwinde nicht allein im Frühjahre, sondern auch im Herbst, weil das Meer seine Hitze nicht so schnell verliert, als das feste Land, und die südlichen Winde, die im Winter auf dem rothen Meere so gemein sind, entspringen wahrscheinlich auf den kalten Gebirgen von Abyssinien. Die Verschiedenheit in der Sonnenwärme macht auch, dafs oft aus beschatteten Thälern zwischen hohen Bergen, oder aus engen Oeffnungen tiefer Berghöhlen des Sommers bei Tage Winde hinausfahren, die um desto heftiger werden, je mehr die Hitze des Tages zunimmt, gegen die Nacht aber aufhören, weil alsdann die äufsere freie Luft noch kühler ist, als die eingeschlossene innere. Eben so entstehen, vorzüglich im Sommer zwischen nahe gelegenen Ländern oft Winde, wenn das eine, entweder weil es dicke Gewölke beschatten, oder häufige Regen erkälten, oder auch aus andern Ursachen von der Sonne viel weniger erwärmt wird, als das andere. Solche Winde legen sich gewöhnlich des Abends, und fangen dann am folgenden Tage wieder an. Eine andere Art der Winde leitet Hube seinem Systeme gemäfs aus starken und schnellen Auflösungen der Dünste von der ersten Art her, wobei die Luft ihr eigenthümliches Gewicht behält, oder wohl gar wegen der Erkältung durch Auflösung noch schwerer wird, also von unten dahin fliefst, wo sie den wenigsten Widerstand findet. So entstehen die Schneewinde, die Winde aus regnenden Wolken, die über eine heisse trockene und stille Luft wegziehen, eben so nach stillem und starkem Regen, wenn die Wolken sich zertheilen, und gleichfalls Winde bei starken und hohen Wasserfällen.

Der merkwürdigste dieser Art ist der schwache Ostwind, welcher sich bei stillem und heiterm Wetter kurz vor Sonnenaufgang zu erheben, eine oder zwei Stunden anzuhalten, und nachher aufzuhören pflegt. Er ist alle Mal, vorzüglich im Winter kalt, in gebirgigen Gegenden häufiger als in ebenen, und gewöhnlich blos auf dem festen Lande zu bemerken. Er entsteht auf folgende Art: Die

Luft auf dem festen Lande wird nach heiteren Tagen die Nacht über in der Tiefe nach und nach viel kälter, als oben; dadurch wird der Unterschied in Attraction der obern und der untern Luft noch gröſser, als er auſserdem schon sein würde. Die Dünste also, und die vielen noch nicht ganz aufgelöſsten Wassertheilchen, mit welchen sich die untere Luft bei einer Ausdünstung der ersten Art bei Tage ausfüllt, steigen die Nacht über um desto schneller in die Höhe, und häufen sich daselbst an. Nun werden die Wassertheilchen von den ersten Strahlen der Sonne, noch ehe die Sonne unten aufgeht getroffen, sie erwärmen sich mit der Luft, in denen sie hängen; die Ziehkraft der Luft nimmt durch die Wärme und die damit verbundene Ausdehnung zu; sie fängt, weil sie dünn ist, an, die Wassertheilchen auf die erste Art aufzulösen; sie wird dadurch plötzlich ausgedehnt, kälter und specifisch schwerer; sie fällt also herunter mit Wassertheilchen beladen, erkältet die untere Luft, und hat Zeit genug zu fallen, da die Dämmerung bei uns lange dauert. Allein sie fällt nicht gerade herab, sondern mit einer Abweichung gegen Westen, weil nach Osten hin die Atmosphäre indessen beständig auf eine gröſsere Tiefe von der Sonne erwärmt und ausgedehnt wird, als gegen Westen. So fängt, wenn in der obern Luft Wassertheilchen genug vorhanden waren, zuletzt ein kalter Ostwind an, merklich zu werden, der aber nur ein Paar Stunden nach Sonnenaufgang anhielt, weil die untere Luft nach und nach immer wärmer wird, und ein Paar Stunden nach dem Aufgange der Sonne sich schon stärker zu erwärmen, und auszudehnen anfängt, als die obere. Dieser schwache, aber kalte Ostwind befördert den Morgenthau, und macht, daſs die Kälte kurz vor Sonnenaufgang in der Atmosphäre von oben gegen die Erde herunter zu steigen scheint.

Endlich giebt es noch eine andere Art Winde, welche in allen kalten Ländern sehr gemein, und schon oben erwähnt sind. Diese lassen sich weder durch Erkältung noch Ausdünstung erklären, weil sie im erstern Fall nie wärmere Luft herbeiführen, im zweiten sich nicht so weit erstrecken könnten. Sie finden sich nie in heissen Ländern, und müssen also eine ganz besondere Ursache haben. Nach Hube liegt diese blos in der Electricität, von der er annimmt, daſs sie bisweilen die Elasticität der in der Luft aufgelöſsten Dünste, jedoch blos der Dünste der zweiten Art ansehnlich verstärke.

Lampadius führt folgende Ursachen der Entstehung und Richtung der Winde an:

I. Allgemeiner und häufig wirkende.

a) Die von der Umdrehung der Erde um ihre Axe abhängende Luftbewegung. Einige Naturforscher nahmen in ältern Zeiten an, die leichtere Atmosphäre müsse dem schwereren Erdekörper in seinem Schwunge stets nachbleiben, und dadurch ein beständiger Ostwind, welcher nur durch andere Zufälligkeiten gestört würde, entstehen. Denken wir uns aber einen Augenblick die neugeschaffene Erde mit ihrer Atmosphäre in Ruhe, und gleich darauf mit eingetretener Bewegung um ihre Axe: so muſste dadurch allerdings auf einige Zeit ein ungeheurer Sturm von Osten nach Westen entstehen; ein Sturm, welcher wohl vermögend gewesen wäre, auf der Oberfläche der Kugel die gröſsten

Veränderungen hervorzubringen. Sobald aber die Trägheit der Atmosphäre überwunden war: so mufste sich letztere in völlig gleicher Geschwindigkeit mit der Erde bewegen. Das plötzliche Stillstehen der Erde würde eben so den fürchterlichsten Weststurm, so wie die geringste vermehrte oder verminderte Umdrehung einen Ost oder Westwind auf kurze Zeit hervorbringen. Da wir nun selbst den zuletzt erwähnten Fall nicht einmal annehmen können, so fällt diese Luftbewegung ganz weg. Aber sehr richtig haben die Herren Kant und de Luc auf folgenden Grundsatz aufmerksam gemacht: Die Erdoberfläche und mit ihr die Atmosphäre durchläuft unter dem Aequator wegen des gröfsern Durchmessers in einer gegebenen Zeit einen gröfsern Raum, als an den Polen, oder mit andern Worten: Die Luftsäulen unter dem Aequator bewegen sich mit mehr Geschwindigkeit, als jene über den Erdpolen. Wenn nun die sich langsamer mit der Erde bewegende Polarluft durch irgend eine Ursache gezwungen wird, nach dem Aequator zu strömen, so wird sich, ehe sie die gröfsere Geschwindigkeit des neu erreichten Orts an der Erdoberfläche annimmt, auf ihrem Wege von Westen nach Osten etwas zurückbleiben, und es wird nördlich des Aequators ein Nordostwind, und jenseits desselben ein Südostwind entstehen. Wenn aber umgekehrt die sich schneller bewegende Aequatorluft gezwungen wird, nach den Polen zu strömen, so bleibt sie in ihrer Bewegung von Westen nach Osten so lange etwas vor, bis sie zur Ruhe gekommen, und nach überwundener Trägheit die langsamere Bewegung des neu erreichten Erdtheils angenommen hat. Eine Luft also, die der erregenden Ursache zufolge, gerade südlich fliessen sollte, wird auf diese Art diesseits des Aequators eine südwestliche, und jenseits desselben eine Nordwestliche Richtung annehmen. Die Winderregende Ursache sei nun in Süden oder Norden welche sie wolle, so wird, sobald sie nicht völlig in Westen oder Osten wirksam ist, diese eben erklärte Abweichung hervorbringen. Sie wird um so stärker sein, je schneller sich die Luft bewegt, und je länger sie auf einem nördlichen oder südlichen Wege verweilt. So kann also die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der sich um die Erdaxe mit der Erde drehenden Atmosphäre wohl Abweichungen hervorbringen, aber nicht selbst Wind ursprünglich erregen.

b) Eine der vorzüglichsten Ursachen der Luftbewegung ist nun wohl unstreitig die ungleichförmige Erwärmung der Luftschichten, durch die Sonnenstrahlen in ganzen Ländern oder in einzelnen Gegenden nach der Verschiedenheit der Erdoberfläche und der Menge der auffallenden Stralen und ihrer Richtung. Wenn z. B. gewisse Erdflächen, als die Sandwüsten, stärker erhitzt werden, als die in der Nähe befindliche Meeresfläche: so wird durch diese die überstehende Luft stärker ausgedehnt, specifisch leichter, und zum Aufsteigen gezwungen. Von der Meeresfläche strömt nun Luft zum Ersatz nach, und es entsteht Wind nach dem festen Lande zu. Die aufgetriebene Luft fliefst in höhern Gegenden gleichsam über, und so kann es zwei Luftströhme geben; der obere fliefst vom festen Lande dem Meere zu, und senkt sich allmählig nieder; der niedere aber zieht dem festen Lande zu, und steigt allmählig auf. Erregen Wolken in einer warmen ausgedehnten Luft Schatten und Kälte, so entsteht Wind nach dem abgekühlten Theile der Atmosphäre hin. Wird durch verschiedene Wärme in der Luft

Luft Ausdehnung hervorgebracht, so geht der Wind von dem Orte, wo die Wärme erregt wurde, aus. Kühlt fallendes Eis die Erdoberfläche und die niedern Luftschichten stark ab, so senken sich die obern nieder, und es muſs ein fallender Wind entstehn. So oft also überhaupt eine Temperaturveränderung in angrenzenden Luftschichten Statt findet, eben so oft muſs auch ein Wind entstehen.

c) Wenn in der Luft mehr oder weniger schnell Luft oder Wasserdampf gebildet oder zerlegt wird: so muſs dadurch ebenfalls Wind, entweder von dem Orte her, oder nach dem Orte hin, wo dergleichen erfolgt, entstehn.

d) Durch die anziehende Kraft, der Sonne und des Mondes, wird die Seite der Atmosphäre, welche diesen Körper zugewandt ist, sehr wahrscheinlich etwas gehoben, und das um so mehr, je näher sich die Erde ihrem Fixstern und ihrem Trabanten befindet. Die hiedurch hervorgebrachte, zwar immer fortdauernde Luftbewegung, muſs indessen äuſserst geringe sein, und wird durch die andern stärker wirkenden Ursachen zu 0. Etwas Luftbewegung muſs auch schon Ebbe und Fluth des Meerwassers nach sich ziehen, indem die Fluth etwas Luft aus der Stelle treibt und umgekehrt.

e) Noch ist zu bemerken, daſs die Luft in einer beträchtlichen Höhe der Atmosphäre einem gröſsern Raume, als nahe an der Erde in einer gegebenen Zeit von Westen nach Osten durchlaufen muſs, welches zum Theil auf die Ansicht der obern Wolkenzüge, als auch auf die Richtung, der sich senkenden oder steigenden Luftschichten einigen Einfluſs haben muſs. Ie mehrere von diesen Ursachen nun auf einen Punkt hinwirken, um so stärker wird der Wind sein, der im Gegentheile durch das Gegeneinanderwirken mehrerer Ursachen geschwächt werden muſs.

II. Zu den seltener wirkenden Ursachen der Luftbewegungen zählt Lampadius:

a) Das Ausströmen electrischer Materie aus den Wolken, oder aus einer Luftschicht in die andere.

b) Die durch das Anziehen der Wolken hervorgebrachte Luftbewegung, indem nämlich die Wolken unter diesen Umständen Luft mit sich fortbewegen.

c) Ausdehnungen und Zusammenziehen in der Luft, durch Erdfeuer, groſse Feuersbrünste, Vulkane, u. s. w. erregt.

d) Fortreiſsen der Luft durch fallende Schneelavinen, einstürzende Berge, Wasserfälle.

e) Schnelles Schmelzen des Schnees überhaupt, und des Treibeises in den Meeren.

f) Entwickelungen von Gasarten, aus der Erde und Meeren; als aus den Aeo ushölen, aus den chinesischen und japanischen Meeren, und aus den Cratern der Vulkane.

g) Absorbtionen der Lebensluft in der Erde, wie man z. B. die Dampfsäulen der Vulkane zuweilen einige Tage vor dem Ausbruche verschwinden sieht. Diese Erscheinung läſst nach L. allerdings ein Einsaugen der Luft vermuthen.

h) Die Richtung der Winde, wird endlich noch beträchtlich durch die Gebirgsreihen abgeändert; Einzelne Berge und Wälder haben geringen Einfluſs oder doch nur auf eine kurze Distanz. Die groſsen Gebirgsreihen aber dienen manchen Ländern als Vormauern, gegen schädliche Winde.

i) Plötzliches Anwachsen der Flüsse in heiſsen Ländern, z. B. die Ueberschwemmung des Nils in Aegypten) kann auch durch Abkühlung Schuld an der Luftbewegung sein.

Die Beschaffenheit eines Windes, sagt Lampadius, rührt nun gröſstentheils von den Bestandtheilen her, welche noch auſser der Lebensluft und Stickluft in der sich bewegenden Luft enthalten sind. Der Wind fällt uns, wegen seiner Eigenschaften auf, wenn in der uns zugeführten Luft, gewisse gewöhnliche Bestandtheile fehlen, oder im Ueberfluſs vorhanden sind. Dahin gehören: kalte Winde in Süden aus Norden; heiſse Winde aus Süden in Norden; feuchte Winde in trocknen Ländern, wenn die Luft vom Meere mit Wasserdunst überladen, hergeführt wird; trockne Winde in Teutschland, wenn die wasserdampfarme Luft aus Asien und Osteuropa zu uns flieſst; erschlaffende Winde, wovon die herbeigeführte Luft Ueberfluſs an Wärme und Wasserdampf, aber Mangel an electrischer Materie besitzt. Sand und Schneestürme, wenn die Luft mechanisch, Sand oder Schnee mit sich fortreiſst. In Aegypten führen die Seewinde Salztheile mit, welche sie an manchen Körper am Lande absetzen. Ie stärker nun ein mit dergleichen Eigenschaften begabter Luftstrom auf uns getrieben wird, um so lebhafter empfinden wir seine Wirkung.

2) Windzeiger, Anemoskop, Plagoskop. (*Aremoscopium Anemoscope.*) So nennt man ein die Richtung des Windes zeigendes Instrument. Das gewöhnlichste und einfachste Anemoskop, ist die sogenannte **Wetterfahne**, (*Girouette*) auf den Dächern oder Thürmen. Wenn man aber die Richtung des Windes genauer, als dies durch die gewöhnliche Einrichtung der Wetterfahne möglich ist, und zwar mit Bequemlichkeit im Zimmer beobachten will, so kann man die Wetterfahne, welche sonst um die Axe beweglich ist, an dieser fest machen, und mit der Axe zugleich umdrehen lassen. Geht alsdenn die Axe bis zu der Decke des Zimmers, worin man die Richtung des Windes beobachten will, so kann an dem Ende derselben ein Weiser angebracht werden, welcher über einer an der Decke gemachten Windrose beweglich ist, und mit Umdrehung der Fahne stets zeigt, nach welcher Gegend der Wind gerichtet ist. Wollte man indessen bequemer diese Beobachtungen an der vertikalen Wand des Zimmers wahrnehmen, so dürfte nur an der Axe der Fahne, ein Getriebe angebracht sein, welches in ein Kammrad, dessen Axe horizontal liegt, eingriffe; befände sich alsdenn an der Axe des Kammrades, wie vorhin, ein Weiser, so könnte dieser nach gehöriger Stellung die Richtung des Windes über einer Windrose zu jeder Zeit anzeigen. Dergleichen Windzeiger beschreiben *Casatus* (In mechanica lib. 5. cap. 9. p. 568 m. f.); *Ozanam* (Recréations mathematiques T. II.); *Kircher*, der noch eine kleine Statue hinzusetzt, welche durch einen verborgenen Magnet vom Zeiger herumgeführt wird, und die Richtung des Windes mit einem Stäbchen zeiget; und *Leupold* (Theatrum aerostat. s. theat. static. univers, P. III. c. x.) welcher letztere besonders verschiedene Abänderungen, dieses Instruments unter dem Nahmen der Plageskope angegeben hat, worunter die merkwürdigste eine kleine por-

tative Windfahne, auf einen Compaſs gesetzt, ist, die man allenthalben aufstellen kann, um die Abweichung des Windes von der Richtung der Magnetnadel zu bemerken.

Man hat auch andern Instrumenten, aber uneigentlich, den Nahmen Anemoskop gegeben. So benennte man das sonst bekannte, sogenannte Wettermännchen des *Otto von Guerike* (*Experimenta nova de vacuo spatio* L. III. c. 20) Anemoskop, welches seiner Beschaffenheit nach, ein noch unvollkommenes Barometer war. *Otto v. Guerike* beschreibt dieses nämlich als eine gläserne oben verschlossene Röhre, welche in einer Flüssigkeit eingetaucht ist, und worin durch den Druck der äuſsern Luft, die Flüssigkeit bald höher bald niedriger erhalten wird. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt eine Figur, die auf einer Skale, Grade des Fallens und Steigens, mit einem Finger anzeigt.

Einige verstehen sogar unter dem Nahmen Anemoskop, das Hygrometer, als z. B. *Stone*; nach *Brisson*, *Dict. de Phys.*)

Windmesser, Anemometer, *Anemometrum*, *Anemometre*. Unter diesem Nahmen versteht man eigene Vorrichtungen, die Richtung, Stärke und Geschwindigkeit des Windes zu messen. Man hat eine Menge von Einrichtungen dieser Werkzeuge in Vorschlag gebracht, aber noch keine einzige hat der Absicht, die man dadurch zu erreichen glaubte, Genüge gethan.

Es lassen sich die vorgeschlagenen Instrumente dieser Art, auf zwei Klassen bringen, deren erste eine Maschine, durch Windflügel umtreiben läſst, die zweite aber den Windstoſs mit einer ebenen Fläche auffängt, um seine Stärke und Geschwindigkeit, aus dem Winkel zu bestimmen, um den diese Fläche gehoben, oder aus der vertikalen Stellung gebracht wird.

Ein Anemometer von der ersten Klasse, beschreibt Wolf (*Elementa aerometr.* 1709 *prop.* 109.) Es besteht dieses aus einer Welle, mit 4 kleinen Windflügeln. Diese Welle ist mit einigen Schraubengängen versehen, welche als Schraube ohne Ende in ein Stirnrad eingreifen. Mit der Axe dieses Stirnrades ist der Arm eines Hebels rechtwinklich verbunden, und am Ende desselben ein Gewicht angebracht. Wenn gar kein Wind geht, so steht dieser Arm vertikal herabwärts; beim Umlaufe des Flügels aber wird er mit der Axe des Rades umgedreht, und das Gewicht gehoben. Weil nun auf solche Art auch das Moment des Gewichts wächst, so kann es jeder Windstoſs nur auf eine gewisse Höhe heben. Wenn aber die Stärke des Windstoſses nachläſst, so bleibt das Gewicht stehen, weil das Stirnrad die Schraube ohne Ende nicht zurückdrehen kann. Erfolgt ein noch stärkerer Windstoſs, so drehet dieser das Rad noch ein wenig fort, und hebt dadurch den Hebelarm mit dem Gewichte noch etwas weiter. Zuletzt zeigt also das Instrument die Wirkung des stärksten Windstoſses an, welcher während der Zeit seiner Ausſetzung in den Wind die Flügel getroffen hat. Die Gröſse dieser Wirkung wird durch einen Winkel bestimmt, den ein Zeiger an der Achse des Stirnrades, an einem in Grade getheilten Quadranten angiebt. Die eigentliche Stärke und Geschwindigkeit des Windstoſses aber müſste erst aus der Einrichtung der ganzen Maschine berechnet werden; aber hiezu ist bis jetzt noch keine Methode, der Taxirung des Windstoſses auf die Windflügel klar genug. Ueberdem würde dies Anemometer blos dazu dienen, die Stärke der heftigsten Windstöſse zu beurtheilen, und dennoch ist es auch oft interessant, die mittlere Geschwindigkeit des Windes während einer oder einiger Stunden zu wissen, die aber an diesem Instrumente nicht bemerkt werden kann.

Leupold hat (in s. *Theatr. machin. gener.* §. 347. S. 141, und *Theatr. aërostat. cap.* X. §. 501 und f.) das Wolf'sche Anemometer ebenfalls, nebst verschiedenen andern Einrichtungen beschrieben, die aber alle der Absicht kein Genüge leisten.

Wenn man eine kleine, mit Windflügeln versehene Maschine so einrichtet, daſs ein mäſsiger Wind das Rad schon in Umlauf bringt, und daſs sich die Umläufe des Rades leicht zählen lassen, oder sich auch selbst durch einen Zeiger zählen, so giebt diese Einrichtung, die Veränderungen der Geschwindigkeit an, weil das Rad bei schnellerm Winde, in gleicher Zeit mehr Umläufe macht. So ist das Anemometer des Herrn Ons-en-bray (*Memoir. de l'Academ. à Paris.* 1734. *p.* 123,) eingerichtet, welches aber durch viele angebrachte Künsteleien sehr zusammengesetzt ist. Diese Einrichtung zeigt nicht bloſs dem Beobachter die Richtung und Geschwindigkeit des Windes durch die Anzahl der Umläufe, sondern bemerkt dieselben auch in Abwesenheit desselben auf einem Papiere, auf dem man nach 24 Stunden sieht, was für Winde, in den verschiedenen Stunden gewehet haben, und wie sich ihre Geschwindigkeit verändert hat. Die ganze Maschine steht im Zimmer, und wird durch ein auf dem Dache befindliches horizontales Windrad gedrehet. Die Einrichtung einer solchen Maschine, scheint jedoch ihren ersten Ursprung, nicht eigentlich einem Franzosen zu verdanken, da schon vorher Leupold eines ähnlichen Instruments erwähnt, das der Hofjuwelier Dinglinger in Dresden, in seinem Hause habe aufstellen lassen.

Schober (Versuche über die Stärke des Windstoſses, im Hamb. Magazin B. IX. St. 2. u. 3.) gebrauchte eine kleine Maschine mit Windflügeln, an die eine Glocke so angebracht war, daſs sie jede 6 Umläufe eines Rades, durch einen Schlag andeutete. So lieſs sich durch Zählung der Schläge, in einer Minute die mittlere Geschwindigkeit der Flügel erfahren. Um daraus auf die Geschwindigkeit des Windes zu schlieſsen, wäre es bequem die Einrichtung so zu treffen, daſs der Schwerpunkt der Flügel, eben so geschwind im Kreiſse umlaufen müſste, als der Wind selbst fortgeht. Dieses suchte Schober auch eigentlich durch Versuche auszumitteln, und er glaubt gefunden zu haben, daſs man diese Absicht erreiche, wenn die Stellung der Flügel mit der Umlaufsachse, einen Winkel von 52° macht.

Eine bequemere und einfachere Einrichtung, besitzen die Anemometer der zweiten Klasse, von denen das erste, ohne Benennung des Erfinders in den Philosoph. *Transact.* (*N.* 24. p. 444) vorkommt. In der Figur 5. Taf. XVI. sieht man die ganze Einrichtung deutlich. In dem Winkelpunkte eines in Grade getheilten Quadranten ist ein Stab, dessen Ende eine ebene Fläche trägt, gegen welche der Wind stöſst, beweglich. Bei völliger Windstille hängt dieser Stab mit der ebenen Fläche vertikal; beim entstehenden Winde aber, wird diese Fläche aus der vertikalen Lage gebracht und erhoben. Aus dem Winkel, den sie durchläuft, läſst sich alsdann die Stärke und Geschwindigkeit des Windes bestimmen. Weil sich diese Fläche, die der Wind heben soll, alle Mal seiner Richtung entgegen kehren muſs, so hat man nachher am obern Theile der Spindel eine überwiegend groſse Wetterfahne angebracht, welche der Wind selbst herumdreht, und dadurch dem ganzen Instrumente die gehörige Stellung giebt. Ein solches Instrument, giebt durch den Grad, auf den es gehoben wird, die Stärke des Windes für diesen Augenblick an, und muſs entweder sogleich beobachtet werden, oder durch einen Sperrhacken, der es nicht wieder zurückfallen läſst, an der höchsten Stelle fest gehalten werden. Im letztern Falle, kann ein stärkerer Windstoſs die Fläche noch höher heben, und es zeigt also am Ende bloſs

die Wirkung des stärksten Stofses an, von dem es während der Zeit seiner Aussetzung an den Wind getroffen worden ist.

Der Herr von *Dalberg* schlägt (*Anemometre proposé aux amateurs de Meteorologie* à Erfurt 1781.) anstatt der Figur 5. vorgestellten Fläche, einen grofsen Schirm von Eisenblech vor, der durch die Fahne dem Winde immer entgegen gehalten wird. Dieser Schirm bewegt sich unten in Angeln, und oben wird er durch einen Drath, der über eine an der Spindel befindliche Rolle hinunter in das Zimmer des Beobachters geht, und ein Gewicht trägt, gegen die Spindel zurück gehalten. Wenn der Windstofs ankommt, tritt der Schirm nach Verhältnifs der Stärke des Stofses weiter oder weniger aus der vertitalen Stellung, und hebt dadurch das Gewicht im Zimmer. Dies Gewicht befindet sich an einem Hebel, durch dessen Einrichtung, die Stärke des Windstofses angegeben wird; auch kann zu einer gleichen Absicht, eine Waage mit einer Spiralfeder angegeben werden. Dieser Windmesser ist zugleich mit einem Windzeiger, und einer Vorrichtung zu Bestimmung der Neigung des Windes gegen den Horizont verbunden, welche beide im Zimmer beobachtet werden können.

Herr Oertel giebt (Gothaisches Magaz. f. d. Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. VI. St. 9. S. 89. u. f.) Anweisung zur Einrichtung eines solchen Anemometers. Eine Fahne (Fig. 6. Taf. XVI.) besitzt auf der stählernen konischen Spitze des eisernen Stabes innerhalb des Rohres c, welches oben bei a mit einer dichten Platte von gegossenem Zinn und Kupfer geschlossen ist. Unter der Fahne ist an das Rohr c ein horizontaler Stab befestigt, der mit zwei Lappen e und k von eben dieser Composition zusammengesetzt ist, in welchem sich die Horizontalfahne d mit konischen Spitzen, ohne grofse Friktion auf und nieder bewegen kann. Diese Angelpunkte e und k müssen durch ein leichtes Blech, vor dem Regen geschützt werden. Weiter unten wird ein Quadrant von Mefsing angebracht, der um den Mittelpunkt der Linie k e beschrieben ist, und bei g durch ein Loch der Fahne geräumig durchgeht. Jedes Quadrat dieses Quadranten formirt einen Einschnitt, worin ein an der innern Seite der Fahne d befindlicher Sperrkegel fallen, und sie unter jedem Winkel, den ihr die Stärke des Windes giebt, festhalten mufs. Da dieser Sperrkegel nur eine sanfte Feder nöthig hat, so kann die daher entstandene Friktion, weiter nicht in Betrachtung gezogen werden. So bleibt nun die Horizontalfahne unter dem Winkel, den ihr der stärkste Windstofs gegeben hat, so lange stehen, bis sie der Beobachter, durch Aufhebung des Sperrkegels, wieder in die horizontale Stellung bringt. Um nun solchen Einrichtungen, eine durchgängige Gleichförmigkeit zu geben, schlägt Oertel vor, man soll sich über das Gewicht der Fahne, und über die Kräfte, welche nöthig sind, sie in der ersten senkrechten Richtung zu bewegen, und in der gröfstmöglichen Höhe zu erhalten, als überall gemein bestimmte Normalgewichte, vergleichen. Dann zeigt er noch Mittel, der Fahne vermittelst eines Gegengewichtes f dieses Normalgewicht genau zu geben, und durch eine ähnliche Vorrichtung den Winkel des Windes, mit der Horizontalfläche zu messen.

Kästner billigt (Gothaisches Magaz. für das Neueste aus der Physik etc. B. VI. St. 3. S. 84. und f.) diese Gedanken, bemerkt aber, dafs es wohl besser sein möchte, statt der vorgeschlagenen Normalgröfse das Gewicht, das der Wind an jedem Instrumente dieser Art würklich erhält, jedes Mal durch Rechnung zu bestimmen, wozu er folgende Formeln mittheilt. Es sei (Fig 7. Taf: XVI.) a c die Stange, b d ein Durchschnitt der Horizontalfahne oder des Blechs, dessen Schwerpunkt in e, sein Gewicht = q, der Winkel c b d, auf welchen es der Wind hebt = a, so wird sich das im Schwerpunkte nach e h treibende Gewicht q in zwei Kräfte zer-

legen lassen, die eine nach e d, welche durch die Festigkeit der Stange und des Blechs aufgehalten wird, die andere nach e g, welche das Blech um b zu drehen strebt. Diese letztere wird vom Winde erhalten, und ist = q. sin. a. Wenn man nun die Stärke des Windes nach dieser Kraft vergleichen will, so wird ein Windstofs, welcher das Blech vom Gewichte q um den Winkel a erhob, ein anderes vom Gewichte p. um den Winkel b erheben, dessen Sinus = $\frac{q \sin a}{p}$ ist. So bald dieser Werth = 1 wird, bringt der Wind das Blech, in eine völlig horizontale Lage, und wenn er > 1 ist, so hebt er es noch höher, trifft nun seine andere Seite, stöfst es also wieder herab, so dafs es flattert. Hätte man z. B. beobachtet, ein sehr schwacher Wind, hebe ein Blech von 1 Pfund auf 300, wobei q. sin. a. = 1/2 wäre, so dürfte man keines von 1/2 Pfund nehmen, weil dieses von einem nur wenig stärkern Winde flattern würde. Um aber die Geschwindigkeit des Windes zu bestimmen, mufs die Theorie des schiefen Stofses zu Hülfe genommen werden.

Mit einem solchen Windmesser, der aus einer vom Winde gehobenen Platte besteht, verbindet Herrmann (Mechanischer verbesserter Wind-Regen- und Trockenheitsbeobachter, Freiburg und Annab. 1789. 8.) eine Vorrichtung durch welche selbst in des Beobachters Abwesenheit, mittelst einiger in gewisse Fächer geworfener Würfel, 24 Stunden lang, von Zeit zu Zeit, die Stärke des Windes nach 4 verschiedenen Graden bemerkt wird. Alle 1/4 Stunde zum B. fällt ein Würfel aus, und legt sich in das Fach, welches der Wind seiner verschiedenen Stärke nach, gerade in diesem Augenblicke vor die Oeffnung bringt. Auf den Würfel ist die Viertelstunde um die er herausfiel u. s. w.

Eine Art von Windmesser, die immer noch eine der besten bleibt, beschreibt *Bouguer* (*Manoeuvre des vaisseaux p.* 151.) Sie besteht aus einem Bleche von 1 Quadratfufs Fläche, die dem Winde senkrecht entgegen gehalten wird. Der Wind treibt dies Blech mit einem mitten daran befestigten Stiele, in eine Art von Futteral hinein, an dessen Boden eine Spiralfeder entgegen drückt. Ein stärkerer Wind treibt also den Stiel tiefer hinein, als ein schwächerer, und durch einen Sperrkegel wird der Stiel festgehalten, so dafs er nicht wieder zurück kann. So läfst es sich beobachten, wie tief der Wind ihn hinein getrieben hat, und versuchen, wie viel man Gewicht braucht, ihn eben so weit hinein zu treiben.

Nach *Luz* beobachtet man die Stärke des Windes, auch an den Bäumen. Beim ersten Grade werden allein die Blätter; beim zweiten die kleinern Zweige; beim dritten die gröfsern Aeste bewegt. Der Sturm, als der vierte Grad, reifst starke Bäume nieder. *Lampadius* fand es zweckmäfsig, die Stärke und Richtung des Windes, an Körpern von verschiedenen specifischen Gewichte, die an einerlei Fäden aufgehängt werden, zu beobachten. Wenn die Korkkugel an ihrem Faden schon auf 30 bis 40 Grad von der senkrechten Linie abgetrieben wird, so hängt eine eben so grofse Bleikugel noch unbeweglich.

Man hatte auch die Idee, die Stärke des Windes, durch den Ton von Pfeifen oder Saiten zu bemerken. Eine solche Windpfeife beschreibt *Leupold* (*Theatrum aerostatic*), die bei stärkerm Winde einen höhern Ton angiebt.

Electricität der Luft.

Die erste Veranlassung zur Untersuchung der Electricität der Luft gab die Entdeckung der Gewitterelectricität. 1)

1) Von dem Blitze, Wetterstral (*fulmen*, *eclair*, *foudre*), derjenigen Lufterscheinung, die man gewöhnlich bei den Gewittern, als eine schnelle und gleich vorübergehende Erleuchtung wahrnimmt, hatten die Alten sehr abergläubische Meinungen, indem man wähnte, daſs die Götter die Blitze selbst schmiedeten, und wenn sie zornig wären, auf die Menschen hinab schleuderten. Nachdem man von diesen krassen Ideen zurückgekommen war, hielt man den Blitz für eine Entzündung, in der Luft schwebender, schweflichter Dünste, welche durch Reiben an einander die schnelle Erleuchtung verursachten. Selbst Musschenbroek scheint (*Introduct. ad Philosoph. natural.* §. 2522. *sqq.*) noch dieser Meinung ergeben zu sein, indem er verschiedene Arten des Blitzes unterscheidet. Einige lieſs er aus der Erde hervorbrechen, welche aus einer unter der Erde entzündeten, schweflichten Masse entstehen sollten, andere aber lieſs er vom Himmel herab kommen, die aus brennbarem Stoff bestehen sollten. Erst im 18ten Iahrhundert kam man darauf, daſs der Blitz vom electrischen Funken, nur in Ansehung der Stärke verschieden sei.

D. *Wall* bemerkt (*Philosoph. Transact. Vol. XXV. for.* 1708 *n.* 314.); das Licht und Knistern des geriebenen Bernstein, scheint einigermassen Blitz und Donner vorzustellen. Als im Iahre 1733 von *du Fay* die electrischen Funken entdeckt wurden, kam *Gray* auf den Gedanken, daſs das electrische Licht und Feuer, die Natur des Donners und Blitzes haben. (Gralaths Geschichte der Electricität; Versuche und Abhandlung der Naturforsch. Gesellschaft zu Danzig, Th. III, Danzig und Leipzig 1756, S. 528. *Philosoph. Transact. No.* 436. *art.* V.)

Abt Nollet geht noch weiter und sagt (*Leçons de Physique Paris* 1744, Vol. IV. S. 34; in der Uebersetzung Th. IV. Erf. 1751, 8, S. 730 f.) „Sollte sich Jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erscheinungen versehene Vergleichung zu erweisen, daſs der Donner unter den Händen der Natur eben das sei, was die Electricität unter den unsrigen ist, daſs diese Wunder, mit denen wir jetzt nach unserm eigenen Gutdünken schalten, kleine Nachahmungen von den starken Wirkungen sind, die uns so erschrecken, und daſs alles von einerlei Mechanismus herrühre: sollte man ferner zeigen, daſs eine durch die Wirksamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermischung der Dünste u. s. w. zubereitete Wolke, wenn sie einem irdischen Objecte gerade entgegen steht, eben das sei, was der electrische Körper bei der Gegenwart und einer gewissen Annäherung desjenigen ist, den man noch nicht electrisirt hat; so gestehe ich, daſs mir diese Meinung, wenn sie mit guten Gründen unterstützt sein sollte, ungemein wohlgefallen würde, wie viel scheinbare Beweise stellen sich nicht einem Manne dar, der eine vollkommene Erfahrung in der Electricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart der electrischen Materie, ihre schnelle Wirksamkeit, ihre Brennbarkeit, und ihre Kraft andere Materien zu entzünden; die Eigenschaften; welche sie hat, die Körper äuſserlich und innerlich, bis auf ihre kleinsten Theile zu erschüttern, das ganz sonderbare Beispiel, welches wir von dieser Wirksam-

Wenn man die Glocke der Luftpumpe auf nasses auf dem Teller befindliches Leder setzt, und hinter sie ein Licht stellt, jenseits dessen man durch sie sieht, oder auch sie in einem verfinsterten Zimmer durch auffallende Sonnenstrahlen erleuchtet, so zeigen sich in ihr beim allerersten Zuge eine Menge Dünste, die sie wie ein feiner Rauch ausfüllen, gegen das Licht farbigte Ringe geben, in wallende Wolken zusammengehen, und wieder als ein feiner Staubregen niederfallen, die Glocke klar und rein lassen, aber wieder kommen, und des Glases innere Fläche bedecken, so bald wieder Luft in die Glocke gebracht wird. Schon *Otto v. Guericke* führt (*Experim. Magdeburg. de vacuo spatio*, Lib. III, c. 11) diesen Versuch an.

Wilke sagt: (Neue Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wissenschaften u. s. w. für das Jahr 1781 aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 148) wenn die Glocke bei seinen Versuchen, bei denen er eine cylindrische gewölbte Glocke von 12 Zoll Höhe und 6 Zoll Weite anwandte, ein wenig gewärmt gewesen sei, und man sie auf die Pumpe durch einen schmalen mit Wachs und Schaaftalg beschmierten ledernen Ring befestigt habe, die Luft aber im Zimmer und der Pumpenteller auch trocken gewesen wären, so haben sich nie Dünste beim ersten Pumpen gezeigt. Lasse man aber die Luft öfters aus und ein, oder werde auf andere Art unter die Glocke Feuchtigkeit gebracht, so zeigen sich alle Mal Dünste, nachdem die Luft nafs oder trocken, kalt oder warm sei. 1)

Bouguer bemerkt, (*Mém. de l'Académie à Paris*, *an.* 1753) dafs, wenn man auch die Luft sich hundert Mal, ja 200 Mal ausbreiten lasse, als sie auf dem Gipfel der höchsten Berge ausgebreitet sein kann, sich doch die absolute Elasticität einer und derselben Masse Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte.

Nach *Kramp* ist die Luft ausdehnbarer, als das Wasser in dem Verhältnisse von (nach einer Mittelzahl) 1 : 19. (Gilbert's Annal. B. VII, p. 241.)

Cassini erzählt (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, *p.* 544) *Teinturier* habe bemerkt, dafs, wenn man ein Thermometer einem vermittelst eines Blasebalges hervorgebrachten Windstrohme aussetze, die darin eingeschlossene Flüfsigkeit steige.

Um diese Angabe zu untersuchen, liefs *Cassini* einen gewöhnlichen Blasebalg auf ein in einer Kammer eingeschlossenes Thermometer wirken, das in den Kellern des Pariser Observatoriums 50° zeigte, und das damals auf einer Höhe von 52 Grad oder 2 Grad über dem Temperirten stand 1); nachdem er sieben

1) *Mehr hierüber sehe man bei Luft und Wasser.*

2) Vermuthlich war dies eins von den durch die Florentinische Akademie in der Mitte des 17ten Jahrhunderts verfertigten Weingeistthermometern. (S. Weingeist und Wärme.)

sieben oder acht Minuten gegen die Kugel geblasen hatte, war das Thermometer um einen Grad gestiegen. Einige Tage darauf wiederholte er den Versuch, als das Thermometer auf 46° stand, und in demselben Zeitraume stieg es abermals um einen Grad. Hernach gebrauchte er ein Amontonsches Luftthermometer, (S. Luft und Wärme) und brachte es vor das Gebläse einer Schmiede, in der man mehrere Jahre hindurch kein Feuer gehabt hatte. In sechs Minuten, während welcher das Thermometer dem Luftstrohme ausgesetzt gewesen war, stieg dasselbe beinahe eine Linie.

Endlich brachte er dasselbe Thermometer auf den Heerd der Schmiede, und liefs es ohngefähr 3 Stunden da, beobachtete darauf die Höhe, die er 53 Zoll $2\frac{2}{7}$ Linien fand. Nun blies er während 5 Minuten beständig darauf, und fand nun die Höhe 53 Zoll $4\frac{1}{7}$ Linien. Nachdem er abermals 5 Minuten darauf geblasen hatte, war die Höhe 53 Zoll $5\frac{1}{4}$ Linie. Endlich stieg es nach andern fünf Minuten bis auf 53 Zoll $5\frac{5}{8}$ Linien, so, dafs also das Thermometer in $\frac{1}{4}$ Stunde über 3 Linien gestiegen ist.

Schon früher hatte der ältere *de la Hire* bemerkt, dafs, als er die mit Schnee bedeckte Kugel eines Weingeistthermometers der Luft, die sich aber nicht als Wind äufserste, ausgesetzt hatte, die Höhe, auf der der Weingeist stand, sich nicht veränderte, und dafs derselbe gleichfalls auf seinem Standpunkte blieb, da mit einem Blasebalge stark gegen den Schnee geblasen wurde.

Da Ihm, so wie seinem Sohne, *Cassini's* eben angeführte Versuche das Gegentheil zu zeigen schienen, so wiederholten sie dieselben unter verschiedenen Umständen mit 4 Thermometern, von denen drei Weingeist und einer Luft zur messenden Flüfsigkeit hatten.

Am 27ten Nov. 1710 gegen 11 Uhr bliesen sie mit einem Blasebalge stark gegen die Kugel eines Weingeistthermometers, das viele Jahre hindurch in dem nach Morgen gelegenen Thurme des Observatoriums gewesen war, welcher ganz gegen den Wind gesichert ist. Der Weingeist, der 35 Abtheilungen in der Röhre einnahm, wodurch die Temperatur der Luft als etwas wärmer als der Frostpunkt angedeutet wurde, indem es bei 32° auf freiem Felde anzufrieren fieng, stieg nicht merklich in der Röhre; man hatte die Vorsicht gebraucht, den Blasebalg vor der Anwendung zwei Stunden hindurch an denselben Ort zu legen, wo das Thermometer stand. Einen andern Versuch machten sie mit dem Amontonschen Thermometer. Die Kugel an demselben war sehr grofs, und hatte in ihrem untern Theile Quecksilber genug, um die Ausdehnung der Luft zu zeigen. Am 27ten Nov. 1710 ohngefähr 4 Uhr Nachmittags, als Thermometer und Blasebalg über 5 Stunden an demselben Orte zusammen gewesen waren, und sie die Höhe des Quecksilbers in der kleinen Röhre des Thermo-

sehr schnell bewirkt und überdem der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre c d müſste alsdann aus dem Gefäſse hervortreten, und in der Oeffnung wasserdicht verlöthet seyn. In einer auf diese Weise eingerichteten Maschine soll bei einem Versuche das Quecksilber in der damit verbundenen Barometerprobe auf eine Höhe gestiegen seyn, die von der damaligen Barometerhöhe nur um eine Linie abwich. Nach *Gren's* Vorschlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäſs von seinem Boden an mit einem dünnen kupfernen Cylinder zu umgeben, der nur 1/4 bis 1/2 Zoll davon abzustehn brauchte, und unten, um das Wasser abzulassen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwischen dem Gefäſse und dem äuſsern Cylinder mit kaltem Wasser angefüllt würde, so könnten auch die im Kessel befindlichen heiſsen Wasserdämpfe bald abgekühlt und verdichtet werden.

Endlich hat auch Dr. *Ingenhouſs* (vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, herausgegeben von *Molitor*; zweite Auflage, B. I, p. 433 u. f.) einen andern Vorschlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen; die Veranlassung dazu gab ihm *Fontana's* Entdeckung, daſs glühende Kohlen beim Ersticken so viele Luft verschlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nemlich ein Kohlenbecken von geschlagenem Kupfer, welches hie und da durchbrochen ist, in einen kupfernen Kessel, worin es genau paſst, eingesetzt. Der Kessel steht auf drei Füſsen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verschlossen werden, daſs also die Kohlen ersticken müssen. An dem Deckel befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne versehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeschraubt werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein groſses Gefäſs mit Wasser gesetzt, und nach völliger Erstickung der Kohlen werden beide Hähne geöffnet. Die Kohlen verschlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche immer stärker verdünnt wird, je öfter man die Operation wiederholt. Die übrige bei den Versuchen mit der Luftpumpe nöthige Geräthschaft haben *Wolf* (Nützliche Versuche, Th. I, Cap. 5 und 6), *s'Gravesande* (*Physices elementa mathematica*, lib. IV), und *Nollet* (*Mémoires de l'Acad. à Paris*, 1741, und s. *Leçons de Physique expérim.* Leç. X), umständlich beschrieben; eine kurze Anzeige hievon, nebst den Versuchen selbst, findet man auch bei *Lowitz* (Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnberg 1754, 4.), und *Johann von Musschenbroek* (Beschreibung der einfachen und doppelten Luftpumpe, nebst einer Sammlung von verschiedenen nützlichen und lehrreichen Versuchen; übers. von Thenn; Augsburg 1765, 8).

Eins der vornehmsten Stücke dieser Geräthschaft sind die gläsernen Glocken, unter welche die Körper, deren Verhalten in verdünnter und verdichteter Luft untersucht werden soll, gebracht werden. Diese Glocken müssen von runder oder gewölbter Gestalt seyn, indem platte Glasflächen von dem Drucke der Luft sehr leicht zerbrochen werden. Die Körper selbst, mit denen man im luftverdünnten oder verdichteten Raume Versuche anstellen will, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe die Glocke darüber gedeckt wird, oder sie werden in der Glocke aufgehangen. In diesem letztern Falle müssen die Glocken oben eine messingene Haube mit einer oder mehreren Oeffnungen besitzen, durch die Metalldräthe luftdicht durchgehn; diese Dräthe haben unten Haken, woran die Körper aufgehangen werden; oder haben noch einen Handgriff, um die Körper nöthigen Falls unter der Glocke weiter herauszuziehen, oder noch mehr hineinzudrücken, oder sie zu drehen, u. s. f.

Bei

Bei Verdichtungen der Luft mufs noch eine eigene Vorrichtung angebracht seyn, um die Glocke fest an den Teller anzuschliefsen, wozu bei der Smeaton'schen Luftpumpe ein eigenes Schraubengestelle dient. Der Herr *van Marum* hat bei seiner oben beschriebenen Luftpumpe zur Verdichtung der Luft folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder (Fig. 1 Taf. XVI) A von Glas hat eine Höhe von dreizehn Zoll, und ist im Durchmesser fünf Zoll; die Dicke dieses Glases beträgt etwas mehr als einen halben Zoll. Dieser Cylinder, dessen beide Ränder etwas hervorspringend sind, steht auf einer vollkommen ebenen kupfernen Platte B von eines halben Zolls Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeschraubt ist. Dieses Stück dienet, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu schrauben. Der gläserne Cylinder ist oben mit einem conischen metallenen Deckel D genau verschlossen. Diese Vorrichtung steht in einem Gehäuse, das aus drei oben mit einander verbundenen und unten rechtwinklicht umgebogenen eisernen Stangen besteht, und Fig. 2 besonders abgebildet ist. Die Schraube H dient vorzüglich, die Platte B an der untern Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und stark anzudrücken, besonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit etwas weichem Wachse bestrichen worden sind. Weil hiedurch die Platte B in drei Punkten, die von einander gleich weit abstehen, festgehalten wird, so ist man versichert, dafs dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläsernen Cylinders sehr stark allenthalben gleichförmig anschliefsen; man hat also deshalb keine Gefahr zu befürchten, dafs etwa der Cylinder beim starken Anpressen zerspringe.

Um die durch die Luftpumpe evacuirte Glocke von derselben abnehmen zu können, liefs *Papin* den Rand seiner Glocke abschleifen, so dafs er vollkommen wohl an eine ebenfalls abgeschliffene Glasplatte anschlofs, die der Glocke zum Deckel diente. Ueber diese Platte legte er ein nasses Stück Schafleder, setzte sie mit demselben auf die Luftpumpe und die Glocke darüber. Unter den Rand derselben aber stellte er ein kleines Bleikügelchen, so, dafs sie nicht ganz anschliefsen und die Luft frei durchgehn konnte. Ueber alles stellte er eine gröfsere Glocke, und zog die Luft aus derselben. Wenn dies geschehen war, schüttelte er an der Luftpumpe so lange, bis die kleine innere Glocke von den Bleikügelchen abfiel, und an das Leder fest anschlofs. Nun durfte er nur die Luft wieder unter die grofse Glocke lassen, so drückte sie die kleinere Glocke so fest an das Leder, dafs es nicht möglich war, sie davon zu trennen. Dafs die Luft hiebei nicht in die kleine Glocke kommen könne, will P. durch öfters hineingebrachte Barometerproben, die sich immer auf einer Höhe erhielten, wenn er gleich die Luft in die äufsere Glocke hineinliefs, gefunden haben. Auch kann man nach ihm das Unterlegen des Bleikügelchens versäumen, weil die Federkraft der Luft hinreichend die Glocke in die Höhe hebe; indessen werde alsdann das Vacuum nicht so vollkommen, als im vorigen Falle seyn. Das Leder mufs aber dazu von Lämmern seyn, altes Schafleder läfst die Luft durch. Zur Sicherheit streicht er noch um die Glocken, die er lange leer behalten will, etwas Terpentin. Auf diese Art konnte er die Glocken beständig acht Tage lang erhalten. Nachher fand er noch, dafs, an Statt des Lammfells, eben so gut Papier, um welches, ehe es trocken wird, Terpentin gestrichen wird, diene. (Philosoph. Transact. B. X, N. 120, p. 477, und Nro. 121, p. 544.)

Manometer.

Wenn man annehmen könnte, dafs die specifische Elasticität der Luft beständig gleich grofs, folglich ihre Dichtigkeit bei gegebenem Drucke stets dieselbe wäre, so würde das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichtigkeit der Luft anzeigen. Aber die Erfahrung lehrt, dafs die Dichtigkeit der Luft bei demselben Barometerstande wegen des Einflusses der Wärme, Nässe, u. s. w. an einem und demselben Orte nicht immer einerlei ist. Man hat deshalb eigene Instrumente nöthig, welche die Dichtigkeit der Luft zu jeder Zeit anzeigen. Diese nennt man Manometer, Dasymeter, Dichtigkeitsmesser. (Manometrum, Manomètre, Dasymètre.)

Das erste Manometer wurde von Otto von Guerike erfunden, der es dem Jesuiten Caspar Schott im Jahre 1661 in einem Briefe mittheilte. Dieser machte es in seiner Technica curiosa, Lib. I, cap. 21, p. 45, bekannt, wo auch Guerikens Brief p. 47 abgedruckt ist. Guericke unterscheidet zwar genau das Gewicht der ganzen Luftsäule der Atmosphäre von dem einer einzelnen Luftmasse, und erinnert ausdrücklich, dafs sich die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft so wohl durch verschiedenen Druck als auch durch verschiedene Wärme ändere; allein in der Anwendung sieht er doch das Manometer für ein Barometer an. Auch Boyle (Philosoph. Transact. N. 14, p. 231) machte dies Manometer als seine Erfindung bekannt, betrachtete es gleichfalls als Barometer, und gab ihm den Namen statisches Baroskop. Man läfst eine halbe kupferne Kugel, welche wenigstens einen Fufs im Durchmesser hat, verfertigen, pumpt alsdann aus derselben die Luft, und verkittet sie fest. Hierauf bringt man sie an den einen Arm einer empfindlichen Wage, und setzt sie mit einem Gegengewicht ins Gleichgewicht. Wird nun die Luft dünner, als sie vorher war, so trägt sie einen kleinern Theil vom Gewichte der Kugel als vorher; daher giebt die Kugel den Ausschlag. Wird aber die Luft dichter, als sie vorher war, so trägt sie einen gröfsern Theil vom Gewichte der Kugel, und das Gegengewicht giebt den Ausschlag. Das Gegengewicht mufs so klein seyn, als sich thun läfst, weil die Luft ebenfalls einen Theil desselben trägt, welcher desto kleiner ist, je weniger Raum es einnimmt. Wäre es eben so grofs als die Kugel, so würde die Wage sich gar nicht ändern, wenn sich gleich die Dichtigkeit der Luft änderte. Um nun zu erfahren, wieviel die Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit der Luft in dem einen oder andern Falle jedes Mal beträgt, kann man entweder durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Wage wieder herstellen, oder man macht die Einrichtung auf folgende Art. Man bringt oben an der Scheere, in der die Zunge der Wage spielt, einen Kreisbogen an, dessen Mittelpunkt in den Bewegungspunkt des Wagebalkens fällt, so dafs die Zunge selbst einen beweglichen Halbmesser desselben abgibt. Ist nun dieser Bogen gehörig in seine Grade abgetheilt, so dafs der Anfang der Abtheilungen zu beiden Seiten in die Vertikallinie fällt, so zeigt die Spitze der Zunge jedes Mal die Gröfse des Winkels, um den die Zunge von der Vertikallinie abweichet. Die Abtheilungen werden am Besten durch Versuche bestimmt, wenn man ein Gewicht auf der einen oder der andern Seite zulegt. Man legt nemlich auf die Kugel einen Gran, oder ein noch klei-

neres Gewicht, wenn die Wage empfindlich genug ist, und bemerket an dem Bogen den Punkt, worauf die Zunge hinweiset. Auf solche Art legt man immer mehr solcher kleinen Gewichte hinzu, und bemerkt jedes Mal, wie weit die Zunge abwich, bis der gröfste Ausschlag erfolgt, der aller Vermuthung nach Statt finden kann.

Hat man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darin befindlichen Luft gewogen, und ihre damalige Dichtigkeit mit der Dichtigkeit des Wassers verglichen, so erkennt man in jedem andern Falle vermittelst des Manometers die jetzige Dichtigkeit derselben. Dies ist auch eigentlich der Nutzen, den man beim Auspumpen der Luft aus der Kugel erhält. Sonst wäre nur nöthig, die Kugel aller Orten so fest zu verschliefsen, dafs die innere Luft mit der äufsern gar keine Gemeinschaft hat. Könnte man alsdann die Kugel so wohl im leeren Raume als in freier Luft abwägen, so würde dadurch die dermalige Dichtigkeit der Luft sehr genau gefunden werden. Uebrigens würde nun die Kugel an der Wage gehörig aufgehängt, eben die Dienste wie die luftleere Kugel thun, um die Aenderungen in der Dichtigkeit der äufsern Luft zu erfahren.

Auch läfst sich dieses Instrument gebrauchen, das absolute Gewicht eines bestimmten Luftvolumens, also ihr specifisches Gewicht, unter verschiedenen Umständen derselben auf eine sehr einfache Art zu erfahren. Ist nemlich der Raumesinhalt der Kugel = V, und der des Gegengewichts = v, so ist der Luftraum, der das Instrument manometrisch afficirt V — v = a, welches man durch genaue Ausmessung der Körper, am Besten durch Wasserwägen, bestimmt, und in bekannten Massen ausgedrückt, ein für alle Mal merkt. Man sucht ferner das absolute Gewicht P eines Luftvolumens a in bekannten Gewichtstheilen bei eben derselben Temperatur und demselben Barometerstande, und merkt auch dieses Gewicht, so hat man $\frac{P}{a}$, oder das specifische Gewicht für atmosphärische Luft von bestimmter Temperatur und Zusammendrückung. Wenn sich nun die Beschaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht zu- oder abnimmt, so wird das Gleichgewicht gestört, und man mufs im erstern Falle Gewichtstheile zur Kugel, im andern Falle zum Gegengewichte legen, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Summe dieser Gewichtstheile heifse p, mithin ist das absolute Gewicht des Luftvolumens a bei vermehrter Dichtigkeit P + p, bei verminderter Dichtigkeit aber P — p geworden, und man findet das jetzt veränderte specifische Gewicht durch $\frac{P+p}{a}$ oder $\frac{P-p}{a}$, weil a sich immer gleich bleibet. Wenn die Luft noch ein Mal so dicht würde, als sie bei Bestimmung des P und bei der Anwendung des Instruments war, so würde p = P, oder p + P = 2 P werden; im leeren Raume aber wäre P — p gleich 0.

Varignon hat unter dem Namen eines Manometers ein anderes Werkzeug angegeben (Manomètre ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel; in den Mémoir. de l'Academ. à Paris, 1750, p. 300), welches auch Wolff (Nützliche Versuche, Th. II, Cap. 4, § 54) beschreibt. Es bestehet aus einem lothrecht stehenden cylindrischen gläsernen Gefäfse (Fig. 3, Taf. XVI) b c, an welches bei c eine gebogene Röhre c d e f g geschmolzen ist, die ein

anderes bei a offenes Gefäfs g a hält. In b c ist Luft; in der gebogenen Röhre Wasser. Man mufs durch ein Zeichen etwa bei d bemerken, wie hoch das Wasser etwa zu der Zeit stand, da das Instrument verfertigt ward; so weifs man, wie grofs der Raum b d sei, welchen die Luft bei ihrer damaligen Dichtigkeit füllte. Bei gröfserer Wärme wird sich die Luft b c ausbreiten, und das Wasser wird sinken. Bei gröfserer Kälte aber wird sich die Luft in b c in einen engen Raum ziehen, und das Wasser wird steigen. Es zeigt also dies Instrument die Dichtigkeit der in b c d eingeschlossenen Luft, welche sich aber nicht, wie Varignon voraussetzt, auf gleiche Art mit der Dichtigkeit der äufsern Luft ändert. Die eingeschlossene Luft wird einen kleinern oder gröfsern Raum einnehmen, nachdem die Elasticität der äufsern Luft gröfser oder kleiner wird. Wenn also gleich die Wärme der Luft in b c d mit der Wärme der äufsern Luft einerlei ist, so ist dies doch nicht der Fall bei den übrigen Ursachen, welche die specifische Elasticität der äufsern Luft ändern, nemlich der Feuchtigkeit und Mischung mit andern in derselben aufgestiegenen Substanzen. Wenn also die specifische Elasticität sich änderte, und die Dichtigkeit der Luft bliebe dieselbe, so würde das Wasser in der Röhre wie im Barometer steigen und fallen. Wolff suchte die Einrichtung dieses Geräthes zu verbessern. Er macht nemlich die untere Röhre kürzer, damit es nicht nöthig sei, sie so viele Mal zu biegen, und bringt statt des Wassers nur etwas weniges Quecksilber hinein, welches übrigens eben so, wie im Varignon'schen Manometer von der eingeschlossenen Luft bewegt wird. Aber auch diese Einrichtung behält den Fehler, dafs sie nur die Dichtigkeit der eingeschlossenen nicht der äufsern Luft anzeigt.

Fouchy (Description d'un Dasymètre; Mémoir. de l'Académie à Paris, 1730, p. 73) gab dem Guerike'schen Manometer eine sehr vollkommene Einrichtung, und schlug für denselben den Namen Dasymeter vor. Es besteht das Instrument aus einem Lineal, ohngefähr von der Gestalt eines Wagebalkens. An dem einen Ende hängt eine sehr dünn geblasene fest verschlossene, am Besten zugeschmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmesser. Am andern Ende des Lineals ist in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleiernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bei mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bei der angenommenen Gröfse der Glaskugel kann sie etwa einen Cubikfufs Luft fassen, dessen Gewicht bei mittlerer Dichtigkeit der Luft ohngefähr auf 720 Gran zu schätzen. Das Gewicht der Glaskugel, welche Fouchy angewendet hatte, fand er auf 2304 Grains, und ohne die in derselben enthaltene Luft 2304 — 720 = 1584 Grains. Da nun das Gewicht der Luft, welche sich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa 1/6 oder 720/6 = 120 Grains zu, und im Sommer um eben so viel abnimmt, und diese 120 Grains den dreizehnten Theil von dem mittlern Gewichte der Kugel (1584 Grains) ausmachen, so wird dieses Gewicht im Winter um 1/13 ab- und im Sommer um 1/13 zunehmen. Soll also nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beständig das Gleichgewicht halten, so mufs im Sommer die Kugel und im Winter das Gegengewicht dem Ruhepunkte des Lineals um 1/13 seiner Entfernung näher gebracht werden, oder welches eben das bewirkt, es mufs der Ruhepunkt um die Hälfte dieser Gröfse, mithin um 1/26 der Entfernung von den Enden verschoben wer-

den können. Der Hebel ist hiebei als ein blofs mathematischer angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals selbst mit in Anschlag, so findet man die erforderliche Gröfse der Verschiebung des Ruhepunktes nach dieser Proportion: Wie sich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens, — der halben Veränderung des Gewichts der Luft von der Gröfse der Kugel zu dieser halben Veränderung des Luftgewichtes, eben so verhält sich die halbe Länge des Balkens zu dem Stücke, um das sich der Unterstützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite mufs verschieben lassen. Hiedurch werden nur die Grenzen der Verschiebung bestimmt. Es soll aber auch dieses Instrument ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobei das Gewicht der Kugel z. B. nur um einen Grain zu- oder abnimmt. Weil aber hiezu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend ist, so giebt Fouchy seinem Wagebalken keine Zapfen, sondern bringt um die Mitte Stücken an, deren untere Fläche wie der Fufs einer Wiege gekrümmt ist, damit der Balken darauf hin- und hergehn, und sich allezeit auf den Punkt setzen kann, der ihm zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthig ist. Die geometrische Verzeichnung dieser Curve, wonach die Fläche der Unterlage gebildet werden mufs, zeigt Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dient ihr zur Grundlage, und hat eine solche Einrichtung, dafs die Veränderung des Gewichts und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungspunkt des Balkens, welcher ihnen proportional ist, angegeben werden. Durch diese Einrichtung fällt die Friction gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit solcher Werkzeuge wird durch Verschiedenheit in der Gröfse und dem Gewichte der Kugel, oder in der Länge des Wagebalkens nicht gehindert.

Die krumme Fläche läfst Fouchy sehr fein poliren, und belegt die wagerechte Unterlage, darauf sie sich wiegt, mit Spiegelglas, wobei alles so eingerichtet ist, dafs der Balken sich nicht über 30 Grad auf jede Seite neiget. Weil bei diesem Instrumente die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln proportional sind, so könnten sie durch einen von den Balken angebrachten Gradbogen gemessen werden; allein es würden hiedurch Ungleichheiten in den Gewichten der beiden Arme veranlasset werden, wodurch das Instrument in seinem Gange eine Störung litte. Daher befestigt Fouchy hinter dem bleiernen Gegengewichte eine Skale am Fufse des Instruments in vertikaler Stellung, und giebt derselben von der Stelle des Gewichtes bei wagerechtem Stande des Balkens an, auf und abwärts gerechnet, Theile, die sich wie die Unterschiede der Sinus für die Winkel von 0 Grad bis 30 Grad verhalten. Diese ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um die das Gewicht steigt und sinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorstellen. Oberhalb der Kugel und des Gewichtes können an beiden Enden noch ein Paar leichte Wageschalen angebracht werden, um in dieselben halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um die das Gegengewicht dadurch steigt oder sinkt, auf einer besondern Abtheilung der Skale bemerken kann. Diese Abtheilung giebt alsdann sogleich die absoluten Gewichte an, und giebt selbst ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieses Instruments beruhet auf der Gröfse der Verrückung des Unterstützungspunktes.

* De Saussure giebt (Essais sur l'hygrometrie §. 109.) den Namen Manometer einem gewöhnlichen Barometer, das er in eine grofse gläserne Kugel verschlofs, um die Elasticität der darin verschlossenen Luft, bei verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu messen. Da also durch das Instrument nur die Elasticität bestimmt werden sollte, so kömmt demselben der Name Manometer nicht eigentlich zu.

Noch eine andere vorzügliche Verbesserung des Guerikschen Manometers hat Gerstner (Beobachtungen auf den Reisen nach dem Riesengebirge p. 288. f. p. 298. f.) unter dem Namen einer Luftwage beschrieben. Ihr Gebrauch ist eigentlich zu barometrischen Höhenmessungen bestimmt, und giebt das Gewicht eines Cubikzolls Luft in der Schicht, in der sie so aufgestellt ist, unmittelbar an. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels oder Wagebalkens a c b Taf XVI. Fig. 4 hängt eine hermetisch verschlossene Glasflasche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beider werden durch hydrostatische Versuche genau bestimmt. Der Unterschied beider körperlichen Räume sei $= \mathfrak{d}$. Um die Wage bei veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dienet das Luftgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage selbst ist aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem Siegellackfirnisse überzogen. Vermittelst der Wasserwage d e wird dieses Instrument in wagerechten Stand gebracht, zwei Ringe d und e halten diese Wasserwage über der Axe des Instruments, so dafs das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeschoben werden kann. Soll diese Luftwage zu Beobachtungen in der freien Luft gebraucht werden, so stellt man sie in ein geräumiges hölzernes Gehäuse, dessen beide Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen stehn, bei der Beobachtung selbst aber verschlossen werden, um die Wirkung des Windes, und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch einmal wiederholt, und dabei Flasche und Gegengewicht verwechselt. Finden sich alsdann hiebei die Entfernungen des Luftgewichts b l und a m ungleich grofs, so wird zwischen beiden das arithmetische Mittel genommen. Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens bestimmt Herr Gerstner auf folgende Art. Er sucht zuerst das Gewicht eines Cubikzolls von dem Queksilber mit dem sein Barometer gefüllt ist. Dies setze man $= q$. Hierauf mifst er eine mäfsige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern) und beobachtet einige Mal so wohl am obern als am untern Endpunkte derselben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichtes auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man setze nun die mittlere Entfernung des Luftgewichtes vom Gegengewichte an beiden Standorten $= \mathfrak{e}$ die gemessene Höhe $= x$, die Barometerhöhe am untern Standorte $= \mathfrak{a}$, am obern $= f$, so ist das mittlere Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \frac{\mathfrak{a} - f}{x} \cdot q$. Man setze nun ferner bei einem andern Zustande der Luft sei der Abstand des Laufgewichts vom Gegengewichte $= \mathfrak{r}$, und die Länge eines Armes der Wage $= \mathfrak{l}$, das absolute Gewicht des Laufgewichtes $= \mathfrak{p}$, so mufs jetzt die Luft in dem Raume $\mathfrak{d}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \mathfrak{p}$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \mathfrak{g}$ um $\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{e}}{\mathfrak{l}} \cdot \frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{d}}$ gröfser sein;

mithin ist $g = \frac{a - f}{x} \cdot q + \frac{r - e}{l} \cdot \frac{p}{b}$. Aus dieser Formel kann man eine Tabelle verfertigen, die das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage, oder für jedes r anzeigt. Bei Gerstners Luftwage war:

b = 22,05 Cubikzoll
q = 4195 1/4 Gran
p = 5 1/3 Gran
e = 42 2/3 Linien
x = 350 1/2 Klafter
l = 192 Linien.

$a - f = 24{,}6$ Linien $= \frac{41}{1440}$ Klafter, mithin

$$g = \frac{41}{1440 \cdot 350\,1/2} \cdot 4195\,1/4 + \frac{r - 42\,2/3}{192} \cdot \frac{5\,1/2}{22{,}05} = 0{,}287 + \frac{r}{794};$$

woraus man die Werthe für g findet, wenn man für r nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) setzt. Dieses Instrumen erhält noch Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken selbst die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte beigeschrieben werden. Dabei läfst sich noch aufserdem die Einrichtung so treffen, dafs eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichts übereinstimmt. Bei Herr Gerstners Wage, wo der höchste Werth für $r = 384$ Linien ist, mithin g nicht unter 0,287 und nicht über 0,287 + 0,484 betragen kann, wäre der Wagebalken 484 Theile zu theilen, und bei b 287 zu setzen; auf diese Art würden die Theile bis a fortgezählt, das Luftgewicht unmittelbar in Tausendtheilen des Ganzen angegeben. Die Formel zeigt, dafs dies Statt finde, so oft $\frac{p}{l\,b} = 1000$ ist. Theilt man alsdann l oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile und giebt dem Laufgewichte l soviel Gran, als der zehnte Theil von b Cubikzoll besitzt, so unterscheidet jede Abtheilung ein tausendtel Gran vom Gewichte eines Cubikzolls Luft. Ist nun der Arm 100 Linien lang, so kann man auch leicht von jeder Linie noch den 10ten Theil unterscheiden, also das Luftgewicht bis auf 0,0001 Gran bestimmen, welches für barometrische Höhenmessungen mehr als hinreichend ist. Ist ein Mal eine solche Luftwage gehörig abgetheilt, so kann jede andere nach derselben graduirt werden.

Lampadius (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie p. 206) schlägt vor, eine mit brennbarem Gas gefüllte grofse Blase, die man so oft mit einer Siegellakauflösung in Weingeist überzogen hat, bis die Wände fest werden, und eine Kugel von Platin zum Gegengewichte an einem recht empfindlichen Wagebalken als Manometer zu gebrauchen.

Wenn man die Glocke der Luftpumpe auf nasses auf dem Teller befindliches Leder setzt, und hinter sie ein Licht stellt, jenseits dessen man durch sie sieht, oder auch sie in einem verfinsterten Zimmer durch auffallende Sonnenstrahlen erleuchtet, so zeigen sich in ihr beim allerersten Zuge eine Menge Dünste, die sie wie ein feiner Rauch ausfüllen, gegen das Licht farbigte Ringe geben, in wallende Wolken zusammengehen, und wieder als ein feiner Staubregen niederfallen, die Glocke klar und rein lassen, aber wieder kommen, und des Glases innere Fläche bedecken, so bald wieder Luft in die Glocke gebracht wird. Schon *Otto v. Guericke* führt (*Experim. Magdeburg. de vacuo spatio*, Lib. III, c. 11) diesen Versuch an.

Wilke sagt: (Neue Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wissenschaften u. s. w. für das Jahr 1781 aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 148) wenn die Glocke bei seinen Versuchen, bei denen er eine cylindrische gewölbte Glocke von 12 Zoll Höhe und 6 Zoll Weite anwandte, ein wenig gewärmt gewesen sei, und man sie auf die Pumpe durch einen schmalen mit Wachs und Schaaftalg beschmierten ledernen Ring befestigt habe, die Luft aber im Zimmer und der Pumpenteller auch trocken gewesen wären, so haben sich nie Dünste beim ersten Pumpen gezeigt. Lasse man aber die Luft öfters aus und ein, oder werde auf andere Art unter die Glocke Feuchtigkeit gebracht, so zeigen sich alle Mal Dünste, nachdem die Luft nafs oder trocken, kalt oder warm sei. 1)

Bouguer bemerkt, (*Mém. de l'Académie à Paris*, *an.* 1753) dafs, wenn man auch die Luft sich hundert Mal, ja 200 Mal ausbreiten lasse, als sie auf dem Gipfel der höchsten Berge ausgebreitet sein kann, sich doch die absolute Elasticität einer und derselben Masse Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte.

Nach *Kramp* ist die Luft ausdehnbarer, als das Wasser in dem Verhältnisse von (nach einer Mittelzahl) 1 : 19. (Gilbert's Annal. B. VII, p. 241.)

Cassini erzählt (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, *p.* 544) *Teinturier* habe bemerkt, dafs, wenn man ein Thermometer einem vermittelst eines Blasebalges hervorgebrachten Windstrohme aussetze, die darin eingeschlossene Flüfsigkeit steige.

Um diese Angabe zu untersuchen, liefs *Cassini* einen gewöhnlichen Blasebalg auf ein in einer Kammer eingeschlossenes Thermometer wirken, das in den Kellern des Pariser Observatoriums 50° zeigte, und das damals auf einer Höhe von 52 Grad oder 2 Grad über dem Temperirten stand 1); nachdem er sieben

1) *Mehr hierüber sehe man bei Luft und Wasser.*

2) Vermuthlich war dies eins von den durch die Florentinische Akademie in der Mitte des 12ten Jahrhunderts verfertigten Weingeistthermometern. (S. Weingeist und Wärme.)

sieben oder acht Minuten gegen die Kugel geblasen hatte, war das Thermometer um einen Grad gestiegen. Einige Tage darauf wiederholte er den Versuch, als das Thermometer auf 46° stand, und in demselben Zeitraume stieg es abermals um einen Grad. Hernach gebrauchte er ein Amontonsches Luftthermometer, (S. Luft und Wärme) und brachte es vor das Gebläse einer Schmiede, in der man mehrere Jahre hindurch kein Feuer gehabt hatte. In sechs Minuten, während welcher das Thermometer dem Luftstrohme ausgesetzt gewesen war, stieg dasselbe beinahe eine Linie.

Endlich brachte er dasselbe Thermometer auf den Heerd der Schmiede, und liefs es ohngefähr 3 Stunden da, beobachtete darauf die Höhe, die er 53 Zoll $2\frac{3}{7}$ Linien fand. Nun blies er während 5 Minuten beständig darauf, und fand nun die Höhe 53 Zoll $4\frac{1}{7}$ Linien. Nachdem er abermals 5 Minuten darauf geblasen hatte, war die Höhe 53 Zoll $5\frac{1}{4}$ Linie. Endlich stieg es nach andern fünf Minuten bis auf 53 Zoll $5\frac{5}{8}$ Linien, so, dafs also das Thermometer in $\frac{1}{4}$ Stunde über 3 Linien gestiegen ist.

Schon früher hatte der ältere *de la Hire* bemerkt, dafs, als er die mit Schnee bedeckte Kugel eines Weingeistthermometers der Luft, die sich aber nicht als Wind äufserste, ausgesetzt hatte, die Höhe, auf der der Weingeist stand, sich nicht veränderte, und dafs derselbe gleichfalls auf seinem Standpunkte blieb, da mit einem Blasebalge stark gegen den Schnee geblasen wurde.

Da Ihm, so wie seinem Sohne, *Cassini's* eben angeführte Versuche das Gegentheil zu zeigen schienen, so wiederholten sie dieselben unter verschiedenen Umständen mit 4 Thermometern, von denen drei Weingeist und einer Luft zur messenden Flüfsigkeit hatten.

Am 27ten Nov. 1710 gegen 11 Uhr bliesen sie mit einem Blasebalge stark gegen die Kugel eines Weingeistthermometers, das viele Jahre hindurch in dem nach Morgen gelegenen Thurme des Observatoriums gewesen war, welcher ganz gegen den Wind gesichert ist. Der Weingeist, der 35 Abtheilungen in der Röhre einnahm, wodurch die Temperatur der Luft als etwas wärmer als der Frostpunkt angedeutet wurde, indem es bei 32° auf freiem Felde anzufrieren fieng, stieg nicht merklich in der Röhre; man hatte die Vorsicht gebraucht, den Blasebalg vor der Anwendung zwei Stunden hindurch an denselben Ort zu legen, wo das Thermometer stand. Einen andern Versuch machten sie mit dem Amontonschen Thermometer. Die Kugel an demselben war sehr grofs, und hatte in ihrem untern Theile Quecksilber genug, um die Ausdehnung der Luft zu zeigen. Am 27ten Nov. 1710 ohngefähr 4 Uhr Nachmittags, als Thermometer und Blasebalg über 5 Stunden an demselben Orte zusammen gewesen waren, und sie die Höhe des Quecksilbers in der kleinen Röhre des Thermo-

meters genau bemerkt hatten, bliesen sie 3 Minuten hindurch gegen die Kugel, die mit Luft, welche von 27 Zoll Quecksilber gedrückt wurde, erfüllt war, und bemerkten keine Veränderung der Höhe des in der Röhre befindlichen Quecksilbers.

Den folgenden Tag ohngefähr 10 Uhr Morgens wiederholten sie den ersten Versuch mit dem Thermometer, das in dem nach Morgen gelegenen Thurme hing, und der Weingeist stieg nicht merklich. Als sie ein anderes Weingeistthermometer, das nahe bei dem vorigen seinen Platz hatte, und mit einer viel kleinern Kugel und viel dünnern Röhre versehen war, an einen verschlossenen Ort brachten, wo ein doppelter Blasebalg war, und nachdem sie es da 3 oder 4 Stunden gelassen hatten, gegen seine Kugel 7 Minuten mit dem doppelten Blasebalg bliesen, so stieg der Weingeist um 3 Linien in der Röhre. Eben so bliesen sie 7 Minuten hindurch mit dem doppelten Blasebalge gegen die Kugel des Amontonschen Luftthermometers, das man vorher lange an diesem Orte gelassen hatte, und das Quecksilber stieg auch um 3 Linien; während des Versuchs waren 3 bis 4 Personen in einiger Entfernung vom Thermometer anwesend.

Da sie befürchteten, die Menge der Anwesenden mögte an der vorher angegebenen Wirkung Schuld gewesen sein, liefsen sie beide Thermometer wieder 2 bis 3 Stunden nahe bei einander, und bliesen alsdann gegen jede Kugel mit einem gewöhnlichen Blasebalge drei Minuten lang; der Weingeist und das Quecksilber, welche wieder bis auf den Stand herabgefallen waren, den sie vor dem vorigen Versuche einnahmen, stiegen wieder jede Flüssigkeit ohngefähr um eine Linie, indessen der Weingeist doch etwas weniger als das Quecksilber. Sie fürchteten an dem letztern Phänomene möchte der Umstand Schuld sein, dafs sie beim Weingeistthermometer angefangen hatten, und es möchte sich der Blasebalg vielleicht unter ihren Händen etwas erhitzt haben; sie liefsen deshalb die Thermometer abermals in derselben Stellung und den Blasebalg bei ihnen, und bliesen gegen 6 Uhr Abends wieder gegen jede der Thermometerkugeln 3 Minuten hindurch; das Weingeistthermometer, mit welchem sie angefangen hatten, stieg wenig; das Luftthermometer gar nicht. Hernach bliesen sie mit demselben Balge gegen die Kugel eines andern von *Amontons* angegebenen Weingeistthermometer, das sich in des ältern *de la Hire* Kabinette befand, wo die Luft wärmer, als da, wo der Blasebalg sich befand, war; der Weingeist stieg in der Röhre um $\frac{1}{3}$ Lin., und fiel nicht so augenblicklich wieder, als er es bei den vorigen Versuchen gethan hatte. Am folgenden Morgen um 7 Uhr, als das grofse Weingeistthermometer, das Luftthermometer und der Blasebalg die ganze Nacht hindurch in dem östlichen Thurme gewesen waren, bliesen sie von Neuem 4 Minuten lang gegen die Kugel des Luftthermometers, ohne dafs es dadurch zum Steigen gebracht wurde; als sie den Bla-

sebalgwind gegen die Kugel des Weingeistthermometers richteten, stieg dieses ohngefähr um eine Linie. Darauf bliesen sie auch gegen ein anderes kleineres Weingeistthermometer, das sie an einem verschlossenen gegen Süden gelegenen Orte nahe am Fenster gelassen hatten; die Löcher des Blasebalgs waren gegen die Fenster gerichtet; die Flüssigkeit stieg fast gar nicht; als sie aber bei fortgesetztem Blasen die Löcher des Balges nach der andern Seite hingedrehet hatten, stieg sie mehr. Bis Nachmittags um 2 Uhr blieb das Thermometer an demselben Orte, und war während dieser Zeit drei und eine halbe Stunde der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesen, der Blasebalg hatte unterdessen auf einem Stuhle in einer Entfernung von 6 Fufs vom Thermometer gelegen, und gleichfalls den Einflufs der Sonnenstrahlen erfahren; jetzt bliesen sie gegen die Kugel des Thermometers; der Weingeist fiel unmittelbar 6 Lin. hinunter, während die Löcher des Blasebalges nicht gegen die Fenster gekehrt waren; wurden diese gegen die Fenster gedrehet, und so das Blasen fortgesetzt, so fiel der Weingeist noch beträchtlich mehr. An dem Orte, an dem der Versuch angestellt wurde, war es sehr warm; der Himmel war den ganzen Tag hindurch sehr heiter, und die Sonne beschien den Apparat während der Dauer des Versuchs. Am folgenden Morgen trugen sie das Luftthermometer und das kleine Weingeistthermometer in den Keller des Observatoriums, und nachdem sie sie da mit dem Blasebalge beinahe drei Viertelstunden gelassen hatten, und der Blasebalg einige Zeit hindurch abwechselnd geöffnet und geschlossen war, um seinem Innern die Temperatur der Kellerluft zu geben, bliesen sie 5 Minuten hindurch gegen die Kugel des Luftthermometers, wodurch das Quecksilber um etwa 3 Linien stieg. Beide Thermometer standen in einer einen Fufs weiten Entfernung von einander; vor dem Blasen gegen das Luftthermometer hatte man auch den Stand des Weingeistthermometers beobachtet; jetzt bemerkten die Versucher, dafs das Weingeistthermometer auch um eine Linie gestiegen war, wenn man schon nicht dagegen geblasen hatte; darauf bliesen sie auch gegen das Weingeistthermometer eben so lange, und es stieg auch ohngefähr 3 Linien, ohne dafs während der Zeit das Luftthermometer stieg.

Sie brachten nun ein Stück Tuch zwei oder dreifach zusammen geschlagen an die Kugel des Luftthermometers, und bliesen sehr stark dagegen; es stieg nur um eine Linie, während das an seinem Platze gebliebene Weingeistthermometer um eine halbe Linie stieg. Sie brachten nun auch das Tuch an das Weingeistthermometer, und nachdem sie eben so lange darauf geblasen hatten, stieg es noch um eine Linie; das Luftthermometer stieg unterdessen eben so wenig, als vorher. (*Mémoires de l'Académie à Paris*, *an.* 1710, p. 546.)

Wilke (Neue Abhandl. der Schwed. Akademie der Wissenschaften, Jahr 1781, aus dem Schwedischen von Kästner, B. II, p. 156) hing von ein paar empfindlichen übereinstimmenden Thermometern eines unter eine trockne Glocke, das andere neben dieselbe, liefs sie da einige Zeit, um die Wärme des Zimmers anzunehmen, pumpte nun die Luft aus der Glocke, und fand, dafs das Thermometer unter der Glocke bei der gröfsten Evacuation alle Mal 2° fiel, aber sobald Luft unter die Glocke gelassen wurde, wieder stieg. Dies hörte auf, als die Thermometerröhre geöffnet ward. Dann fand man auch, dafs beide Thermometer, der Aenderung der Wärme im Zimmer gemäfs, gleich viel stiegen und fielen, und so zeigten, die Wärme sei in der äufsern dichten und innern verdünnten Luft gleich vertheilt. Dieses findet indessen nicht länger Statt, als das Thermometer unter der Glocke trocken erhalten wird; sobald seine Kugel nur einigermafsen feucht wird, entstehen sogleich beträchtliche Veränderungen.

Darwin erzählt (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXVIII, P. I, p. 43 f., übersetzt in Grens Journal der Physik, B. I, p. 75 f., und Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik, B. VII, St. 1, p. 127 f.) mehrere Versuche, die zeigten, dafs bei der Verdünnung der Luft Wärme verschluckt wird. Als er in Gegenwart des Dr. *Hutton* und des Herrn *Edgeworth* die Kugel eines Thermometers zu verschiedenen Malen dem Windstrohme einer Windbüchse aussetzte, so sank das Quecksilber stets übereinstimmend um gegen 2 Grad. Das Thermometer ward fest an einer Mauer befestigt, und die Windbüchse wurde, nachdem sie geladen war, eine Stunde lang nicht weit davon hingelegt, um alle Wärme wieder abzugeben, die sie vielleicht beim Laden möchte erhalten haben. Hierauf liefs man die Luft in Einem fort beständig auf die Kugel des Thermometers ströhmen, wobei es sich zeigte, dafs die Luft während ihrer Explosion demselben Wärme raubte.

Im März 1785 befestigte er unter dem Beistande der Herrn *Fox* und *Strutt* ein Thermometer in einer hölzernen Röhre, und verband es mit dem Recipienten einer Windbüchse so, dafs die Luft bei der Loslassung während ihrer Explosion über die Kugel des Thermometers gieng. Der Versuch wurde in Gegenwart mehrerer Naturforscher öfters wiederholt, und übereinstimmend sank das Thermometer 5 bis 7 Grade. Während der Zeit, in der die Luft in dem Recipienten verdichtet wurde, war ein grofser Unterschied der Wärme an den beiden Enden der Compressionsröhre durch die Hand wahrzunehmen; das Stück der Windkugel, das zunächst daran war, war kaum anzufassen; und die Kugel selbst war heisser, als man von ihrer Berührung mit der Röhre erwarten konnte. Er bemerkte auch, dafs beim Abschiessen einer Windbüchse

der Strom der Luft immer sichtbar ward, welches er von dem Abkühlen herleitet, dem die anhängenden Dämpfe ausgesetzt werden.

Schon früher stellte er im Beisein des Herrn *Warlthire* ein Thermometer unter den Recipienten einer Luftpumpe, und liefs es einige Zeit ruhig stehen, damit es genau die Temperatur des Recipienten annehmen mögte. Die Luft ward sodann schnell ausgeleert; während dieser Zeit sank das Quecksilber des Thermometers 2 oder 3 Grad, und nach einigen Minuten erlangte es wieder seine vorige Höhe. Denselben Versuch wiederholte er auch unter dem Beistande des Herrn *Forester French*, doch mit dem Unterschiede, dafs das Thermometer oben offen war, so, dafs die Verminderung des äufsern Drucks auf die Ausdehnungen der Kugeln keinen Einflufs hatte; das Quecksilber im Thermometer sank zwei oder drei Grad, und stieg hernach stuffenweis. Sowohl bei dem Auspumpen als bei dem Wiedereinlassen der Luft unter den Recipienten ward jedes Mal ein Dampf bemerkt, der sich an den Seiten des Glases verdichtete, und in beiden Fällen in wenigen Minuten wieder absorbirt wurde. Im December 1784 stellte er unter dem Beistande des Herrn *Fox* den folgenden Versuch mit aller Sorgfalt an. Es ward in einen grofsen Windkessel (*air vessel*) der bei dem Anfange der Hauptröhre einer Wasserkunst stand, welche die Stadt Darby versorgt, ein Loch ohngefähr von der Gröfse eines Federkiels gebohrt. Das Wasser von 4 Pumpen, die durch ein Wasserrad getrieben werden, wird erst in den untern Theil des Windkessels gedrückt, und steigt aus diesem zu dem Gipfel der St. Michels-Kirche in ein Reservoir, das ohngefähr 35 bis 40 Fufs über der Ebene des Windkessels steht.

Zwei Thermometer wurden vorher an dem bleiernen Windkessel aufgehängt, um einerlei Temperatur mit ihm zu erhalten, und ihre Kugeln, so bald das Loch geöffnet wurde, gegen einander über so angebracht, dafs sie dem Luftstrom ausgesetzt waren. Das Quecksilber sank in beiden zwei Abtheilungen, oder 4 Grad. Dafs dieses Sinken des Quecksilbers aus keiner Verdunstung einer Feuchtigkeit von der Oberfläche der Thermometer her zu leiten war, beweisen sie dadurch, dafs man sowohl bei Verdünnung als Wiedereinlassung der Luft unter der Glocke sah, dafs dieser Dunst abgesetzt wurde.

Darwin bemerkt hiebei, dafs man ein dem vorigen ähnliches Phänomen an dem Herons-Brunnen (*Fountain of Hiero*), der nach einem grofsen Maafsstabe in dem Schemnitzer Bergwerke in Ungarn errichtet ist, beobachtet habe. In dieser Maschine wird die Luft in einem grofsen Gefäfse durch eine Wassersäule von 260 Fufs zusammengedrückt. Wenn alsdann ein Hahn geöffnet wird, durch den die Luft mit einer grofsen Kraft herausfährt, so, dafs sie ihrer vorigen starken Verdichtung zufolge nun sehr beträchtlich ausgedehnt wird, so fällt die darin enthaltene Feuchtigkeit als ein Schneegestöber mit Eis-

zapfen nieder, das sich an den Hahn anlegt. (Letzteres Phänomen ist in den *Philosoph. Transact.* 1761, Vol. LII, beschrieben, und zugleich ist auch die Zeichnung der Maschine beigefügt.)

Wrede sagt: (Gilbert's Annalen, B. XII, St. 3, p. 347) in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe falle das Thermometer nicht nur nicht nach dem Maaſse des Luftmangels, sondern ganz und gar, nicht.

Schon *Mayow* sagte, daſs, wenn man die Luft schleunig aus einem Glase heraus ziehe, zuweilen Licht dabei entstehe. (Johann Mayow's chem. physiologische Schriften, aus dem Lateinischen von Dr. Johann Köllner, Jena 1799, p. 190.)

Professor *Weber* in Landshut bemerkte, (Vollständige Lehre von den Gesetzen der Electricität und von der Anwendung derselben; Landshut 1792, p. 5) daſs beim Abschiessen einer Windbüchse 1), deren Rohr aus Metall und mit einer ungefütterten Bleikugel geladen ist, die Kugel unter einem hellleuchtenden Lichtkegel aus der Oeffnung des Röhrs herausfährt.

1) Windbüchse (*Sclopetum pneumaticum*, *fusil à vent*) ist ein Schieſsgewehr, das eine solche Einrichtung besitzt, daſs eine stark verdichtete Luft an Statt des Schieſspulvers Kugeln auf die gewöhnliche Art in einem Laufe forttreibt.

Wo, und von wem, dies Gewehr erfunden wurde, ist unbekannt. (*Musschenbroeck introduct. ad philosophiam naturalem*, T. II, §. 2512) führt an, daſs sich in der Gewehrkammer eines Teutschen, des Herrn von *Schmettau* eine sehr vollkommene Windbüchse mit der Jahrzahl 1474 befunden habe. Der Gebrauch der Windbüchsen wurde aber im 17ten Jahrhunderte, wegen der entdeckten mechanischen Eigenschaften der Luft, häufiger als vorher. *Mersenna* (*Phaenom. pneumatic. prop.* 22. 23.) war der erste, der ihre Einrichtung, den Gebrauch und die Stärke derselben beschrieb. Die Teutschen, und besonders Nürnberger Künstler, haben gröſsere unter dem Namen Windkanonen verfertigt, welche Kugeln bis 4 Pfund treiben, und damit in einer Entfernung von 400 Schritten ein 2 Zoll dickes Brett durchboren. Das Wesentlichste an einer Windbüchse ist eine hinlänglich feste Windkammer, worin die Luft comprimirt wird. Diese befindet sich gleich unmittelbar an dem Schwanzstücke des Laufs, und ist von diesem durch ein Ventil getrennt, das so lange verschlossen bleibt, bis eine Kugel abgeschoſsen werden soll. Das Ventil wird vermittelst eines kleinen Druckes geöffnet, so wie er beim Flintenschloſs sonst gewöhnlich ist. Die ganze Einrichtung ist übrigens so gemacht, daſs das Ventil jedes Mal nur wenige Augenblicke offen bleibt, damit nur so viel Luft herausgehe, als eine Kugel fortzutreiben nöthig ist; und davon hat man die Bequemlichkeit, daſs mehrere Schösse nach einander geschehen können, ohne daſs es nöthig wäre von Neuem Luft einzupumpen.

Die gemeinen Windbüchsen mit einfachem Laufe haben die Windkammer im Schafte, den man vom Laufe abschrauben, und statt dessen eine Druckpumpe anschrauben kann, welche die Luft zu comprimiren dient. Um diese Verdichtung der eingeschloſsenen Luft desto weiter treiben zu können, verbindet man auch wohl mit der Pumpe eine Druckstange, indem man die Stempelstange an der Wand des Zimmers so befestigt, daſs sie sich daselbst frei

Professor *Wilhelm Remer* in Helmstädt, der *Webers* Werk nicht kannte, sagt über dies Phänomen (Gilbert's Annalen der Physik, B. VIII, St. 3, p. 337) Folgendes: „Eines Abends, da es ziemlich finster war, schoſs ich zufällig eine sehr gute Windbüchse, die ich möglichst stark voll Luft geladen hatte, im Dunkeln ab. Ein über einen halben Fuſs langer sehr heller aber augenblicklich verschwindender Blitz fuhr aus dem Rohre des Gewehrs heraus; und erhellte das ganze Zimmer. Ich wiederholte den Schuſs mehrere Male, sah aber mit jedem Schusse das Licht geringer werden, und endlich ganz verschwinden, obgleich noch mehrere Portionen Luft in dem Gewehre waren." Nachher hörte er von mehreren Personen, die Windbüchsen besaſsen, daſs auch sie dies Feuerphänomen beim Abschiessen der Büchsen bemerkt hätten. Er bemerkt noch, daſs das Leuchten nur bei einer sehr starken Ladung mit Luft erfolge. Kann man zwanzig Mal aus einer Windbüchse schiessen, so sieht man nach ihm dies Licht etwa bei den ersten fünf oder sechs Schüssen. Zuletzt ist es ein Lichtatom an der Mündung des Rohres, das kaum dem aufmerksamsten Auge sichtbar ist. Es erfolgt nach seiner Beobachtung aber auch nicht bei allen Windbüchsen; manche sehr gute Windbüchse leuchtet nicht, und wenn man sie auch bis zur Gefahr des Zersprengens mit Luft ladete; andere leuch-

drehen kann. Das andere Ende aber wird mit den Händen angegriffen, und so mit der Pumpe um den Schaft wechselsweise gehoben und niedergedrückt. (*Musschenbroek introd.* T. II, §. 2111.) Andere Windbüchsen besitzen einen doppelten Lauf aus zwei Cylindern, wovon der eine in dem andern steckt, so, daſs beide eine gemeinschaftliche geometrische Achse haben. Dieser Lauf ist an einem gewöhnlichen Flintenschaft befestigt, und in dem letztern eine kleine Druckpumpe angebracht, welche die Luft in dem Raume zwischen beiden Läufen zu verdichten dient. Die Stempelstange wird da, wo sie aus dem Schafte hervorragt, mit einem Ringe versehen, durch den man einen eisernen Bolzen steckt, wenn die Luft eingepumpt werden soll. Auf den Bolzen tritt man alsdann mit den Füſsen, greift den Lauf der Windbüchse mit den Händen an, und kann auf solche Art nur durch abwechselndes Heben und Niederdrücken der ganzen Windbüchse das Einpumpen bewirken. Man kann sich der Windbüchse bequem an Orten bedienen, um schädliche Thiere zu tödten, wo anderes Geschütz wegen zu befürchtender Feuersbrunst anzuwenden nicht rathsam wäre. Auch würden sich die Jäger bei der Jagd auf sehr vorsichtige Thiere, z. B. Gemsen, derselben mit Vortheil bedienen können.

Die Kraft der Windbüchse berechnet *Karsten* (in s. Lehrbegr. der gesammt. Mathem. Th. VI, Pneumat. Abschnitt IX.) Wenn man nach *Regnault* die Luft in den Windbüchsen 100 Mal dichter machen könne, so findet *Karsten* bei der Länge des Laufs 4 Fuſs, dem Durchmesser der Kugel 3/8 Zoll, der Länge des Raums, der anfänglich die verdichtete Luft enthält, = 2 Zoll, daſs die Bleikugel mit einer Geschwindigkeit von 654 Par. Fuſs in einer Sekunde aus dem Laufe getrieben wird, welche Angabe aber des Widerstands der atmosphärischen Luft wegen auf 628 Fuſs herabzusetzen ist.

ten leicht; auch konnte *Remer* nicht bemerken, daſs die Stärke des Oelens des Gewehrs Einfluſs auf die Erscheinung habe; denn, als das Gewehr seit einem Vierteljahre nicht geölt war, war das Leuchten eben so stark, als damals, da er es zum ersten Male wahrnahm, und das Schmieren eben frisch geschehen war.

Später (a. a. O. B. XVII, p. 25) erzählt er noch, die Intensität des Lichtes nehme in dem nemlichen Verhältnisse ab, in welcher die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe der Büchse abnehme. Anfänglich sieht er, wenn er mit 250 Kolbenzügen die in seiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht hat, einen Fuſs langen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, der sein ganzes ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tannenes Brett in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein bloſses bläulichtes Flämchen an der Spitze des Rohrs, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Gilbert bemerkte (a. a. O. B. VIII, St. 3, p. 340) in einer Note zu den ersten Bemerkungen des Herrn *Remer*, daſs schon vor geraumer Zeit ihm ein gewisser Kriegsrath von *Leyser* zu Halle von Windbüchsen, die im Dunkel losgebrannt einen Lichtstrahl ausstoſsen, erzählt habe. Dieser habe behauptet, es finde die Lichterscheinung nur bei Windbüchsen mit eisernem Laufe, nicht bei solchen Statt, deren Lauf inwendig mit Messing gefüttert ist, und den Grund des Phänomens im hineingekommenen Sande gesucht. *Gilbert* konnte bei seiner Windbüchse mit messingenem Laufe kein Leuchten wahrnehmen, indessen läugnete er nicht, daſs nicht vielleicht der Grund des Miſslingens in einer zu geringen Ladung zu suchen gewesen sein möchte.

Priestley bemerkt, daſs die Luft durch Verdünnung vermittelst der Luftpumpe nicht im Allergeringsten verdeckt werde.

Bewegung der Luft.

Unsere Erdatmosphäre ist in beständiger Bewegung; die Stille der Luft ist bei ganz schwachen Bewegungen nur scheinbar, wovon uns schon ein an einem leichten Seidenfaden aufgehangenes Korkkügelchen überzeugen kann. Jede Stöhrung des Gleichgewichts der Luftsäulen in Hinsicht auf Elasticität, specifisches Gewicht, Druck und Quantität der Luft, muſs ein Ausströhmen der Luft von einem Orte, und ein Hinströhmen nach einem andern hervorbringen. Wir empfinden die Bewegung durch den Stoſs der Luft auf unsern Körper, wir sehen bewegte Wolken, und durch diese die verschiedenen Lufströhme; wir beobachten

achten durch die Unruhe in der Atmosphäre veranlaſste Ortsveränderung verschiedener beweglicher Körper. Der Matrose sucht bei schwacher Bewegung die Richtung derselben zu erkunden, indem er den Zeigefinger in die Luft emporstreckt. An welcher Seite des Fingers er eine Spur von Kälte empfindet, daher bewegt sich die Luft, weil sie daselbst durch vermehrte Ausdünstung die Wärme vermindert.

Die Bewegung der Luft in der Atmosphäre nennt man Wind, (*Ventus, vent.*) Ist die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft sehr groſs, so heiſsen die Winde auch Stürme, Orkane, Windbräute. Die Winde erhalten ihren Namen nach der Weltgegend, von welcher sie herkommen, Nord- (*Boreas*) Süd- (*Notus*) Ost- (*Solanus*) West- (*Favonius*) Winde. Eben so erhalten die Winde, die nicht gerade aus einer Hauptgegend wehen, den Namen der zugehörigen Nebengegend. Auf diese Art werden der Richtung nach 32 Winde unterschieden, als auſser den angeführten, Nordwest-, (*Caurus*) Süd-West- (*Africus*), Süd-Ost- (*Eurus*), Nord-Ost- (*Aquilo*), Nord-Nord-West-, West-Nord-West-, West-Süd-West-, Süd-Süd-Ost-, Ost-Süd-Ost-, Ost-Nord-Ost-, Nord-Nord-Ost-, Nord gen West-, Nord-West gen Nord-, Nord-West gen West-, West gen Nord-, West gen Süd-, Süd-West gen West-, Süd-West gen Süd-, Süd gen West-, Süd gen Ost-, Süd-Ost gen Süd-, Süd-Ost gen Ost-, Ost gen Süd-, Ost gen Nord-, Nord-Ost gen Ost-, Nord-Ost gen Nord-, Nord gen Ost-Wind.

Die meisten Winde sind horizontal, oder weichen doch nicht viel von der horizontalen Richtung ab, indessen können zufällige Ursachen im Luftkreise bewirken, daſs die Luftströhme nach allen möglichen Richtungen entstehen.

Die beständigen Winde wehen sehr gleichförmig und gelinde; ihre Geschwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fuſs in einer Sekunde. Die unbeständigen Winde hingegen sind heftiger und geschwinder. Bei einer Geschwindigkeit zwischen 40 und 60 Fuſs in der Sekunde heiſsen sie Stürme, und die noch geschwindern Orkane. *Mariotte* setzt zwar die Geschwindigkeit des heftigsten Windes nur auf 32 Par. Fuſs: aber *Derham* beobachtete schon einen Sturm von 66 englischen Fuſs Geschwindigkeit, wodurch eine steinerne Säule von 12 Fuſs Höhe, 5 Fuſs Breite, und 2 Fuſs Dicke abgebrochen ward. *Kraft* beobachtete am 24ten März 1741 zu Petersburg einen Orkan, der in einer Sekunde $109\frac{7}{10}$ Rheinl. Fuſs durchlief, und zu anderer Zeit einen von 123 Fuſs.

Diese unbeständigen Winde wehen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, vielmehr erfolgen sie gleichsam stoſsweise, oft mit erstaunlicher Gewalt, legen sich dann bald wieder, und fangen dann von Neuem zu wüthen an. Ge-

wöhnlich sind sie auf der See noch viel stärker, als auf dem Lande. Die Gewalt des Windes hängt von seiner Geschwindigkeit und der Dichte der Luft ab.

Lampadius führt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie p. 175.) folgende Arten der Winde nach ihrer Bewegung auf:

a) Gleichförmiger Wind, wenn die Bewegung der Luft in einer gegebenen Zeit mit ziemlich gleicher Geschwindigkeit erfolgt.

b) Windwellen, wenn die Bewegung in kurzen Zeiträumen d. i. sekundenweise stärker und schwächer ist. An einigen Orten sagt man alsdann der Wind fludert, oder er geht hohl, und bringt im Winter Thauwetter.

c) Windstöfse, wenn bei ziemlich ruhiger Luft zuweilen kurz anhaltende starke Luftbewegung eintritt.

d) Wirbelwinde. Sie bestehen aus einer Luftsäule die mit Heftigkeit um ihre Axe gedrehet wird, und zugleich eine fortgehende Bewegung zeigt. Ihre Wirkungen sind sehr gewaltsam. (Fischers phys. Wörterb. Artikel Wind; Gehlers Wörterb. derselbe Artikel.)

Euler bemerkt, (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre übersetzt aus dem Franz. v. Kries B. I. p. 11.) die Geschwindigkeit des Windes sei sehr mannigfaltig; ein mittelmäfsiger Wind gehe in einer Secunde durch zehn Fufs oder durch 600 in einer Minute. Ein Wind der zwanzig Fufs in einer Secunde, oder 1200 in einer Minute mache, sei schon ziemlich stark; mache er aber 50 Fufs in einer Secunde so sei er überaus heftig.

Verschiedene Luftströme in der Atmosphäre kann man oft sehr deutlich an der Bewegung der Wolken wahrnehmen. An Gewittertagen sieht man zuweilen drei bis vier verschiedene Wolkenzüge. Indessen darf man nach den Wolkenzügen nicht immer den Luftstrom beurtheilen, z. B. wenn sich verschiedene electrische Wolken einander anziehn, oder wenn die Wolken von hohen waldigen Gebirgen angezogen werden, so halten sie eine eigenthümliche von dem Luftstrom unabhängigen Bewegung. Oft giebt es Strömungen in der obern Luft, während es in der untern ganz ruhig ist. In gröfserer Höhe soll nach einigen Luftschifferberichten der Wind regelmäfsiger als an der Erde sein.

Es giebt auf der Erde Oerter, wo die Winde das ganze Jahr hindurch beständig sind; andere wo sie sich periodisch nach gewissen bestimmten Gesetzen verändern, und noch sehr viele andere wo sie das ganze Jahr hindurch beständig veränderlich sind, und bald von der einen, bald von der andern Weltgegend hergehen. Zwischen den Wendekreisen, und noch einige Grade über dieselben hinaus, weht auf dem Weltmeere ein beständiger Ostwind, welcher sich indessen nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehet, und sich bei dieser Abweichung nach dem Stande der Sonne richtet. Wenn nemlich die Sonne in den nördlichen Zeichen stehet, so zieht

sich dieser Wind auf der Nordseite weniger nach Norden, dagegen aber auf der Südseite mehr nach Süden und beim Stande der Sonne in den südlichen Zeichen findet gerade das Gegentheil Statt.

Dieser Wind wehet den gröfsten Theil des Jahrs hindurch nordwärts vom Aequator von 5 bis 30 Grad N. B. und südwärts von 1 bis 30 Grad S. B. Nahe am Aequator vorzüglich diesseits wehet ein äufserst schwacher Ostwind der gröfstentheil kaum bemerkbar ist; aber nur auf den Meeren bemerkt man diese Winde regelmäfsig.

Die Beschaffenheit dieser Winde hat *Halley* (*An historical. Account of the trade — Winds and monsoons observable in the seas between and near the tropiks* in den *Philosoph. Transact. n.* 138 p. 153) zuerst genau dargestellt, und *Musschenbroek* (*Introduct ad philosoph. natur. Tom* II. *Tab.* LXIV.) hat nach ihm und *Dampier* eine Karte geliefert, deren Anblick die Richtungen derselben deutlich übersehen läfst. 1)

1) *Halley* leitete die beständigen Winde zwischen der heifsen Zone aus der Erwärmung der Atmosphäre auf folgende Art ab: Weil sich die Sonne beständig zwischen den Wendekreisen von Osten nach Westen bewegt, so wird die Luft an dem Orte, in dessen Scheitel sie steht, am stärksten erwärmt, und die daselbst befindliche Luftsäule verdünnt. Dadurch müsse sich aber der ganze Theil der Atmosphäre erheben, und nach oben auf allen Seiten abfliefsen. Wegen der Wiederherstellung des Gleichgewichts müsse nun die untere kältere Luft von allen Gegenden zu fliefsen; diese werde aber durch die Sonne wieder erwärmt, und es müfste abermals kältere Luft von unten her zu kommen u. s. f. Da sich aber der Ort, wo dieses geschehe verändere und mit der Sonne vom Morgen gegen Abend fortrücke, so ergiefse sich die erwärmte Luftsäule vorzüglich gegen Morgen zu, und es bewege sich dagegen die untere kältere Luft besonders von Morgen gegen Abend; daher an den Orten, über welche die Sonne gerade hindurch gehet, und in der Nähe derselben, ein beständiger Ostwind bemerklich sein müsse. Dieser Wind müsse sich aber auch nach dem Stande der Sonne in der Ecliptik richten, und daraus erkläre sich, dafs sich dieser Wind nordwärts der Linie mehr nach Nordost, und südwärts derselben mehr nach Südost ziehen müsse. *D'Alembert* (*Reflexions sur la cause générale des vents, pièce, qui a remporté le prix par l'Academ. roy. de Prusse pour l'ann.* 1747. 4.) untersuchte welchen Einflufs die Anziehung des Mondes auf die Gestalt des Luftkreises haben müsse. Er fand, dafs diese Wirkung auf die Luftmasse viel zu gering sei, um je durch eine Barometerveränderung merklich zu werden; hieraus müsse aber doch ein beständiger Luftstrom von Osten nach Westen entstehn, daher man diese Ursache bei der Erklärung des beständigen Ostwindes wenigstens als mitwirkende Ursache ansehn müsse. *Halleys* Erklärung der beständigen Ostwinde der heifsen Zone setzte *Hube* (über die Ausdünstung u. s. w. Leipzig 1790. 8. Cap. 57) sehr wichtige Gründe entgegen. Nach ihr, sagt er, hinge der allgemeine Ostwind blofs von dem Unterschiede in der täglichen Wärme des Orts ab. Dieser Unterschied ist aber in den kalten Ländern noch viel gröfser, als unter

Zu den periodischen Winden gehören die **Passatwinde**, **Mussons** (*venti anniversarii*, *Moussons*) und die abwechselnden **Land- und Seewinde** an den Küsten der heifsen Zone. Unter den Passatwinden versteht man die Winde, die eine Zeit des Jahrs hindurch nach einer gewissen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengesetzten wehen. Dergleichen Winde finden sich häufig besonders auf den ostindischen, chinesischen und andern eingeschränkten Meeren zwischen den Wendekreisen. Diese Winde sind östlich, und nehmen ihre Richtung nach Süden; sehr oft kommen sie von der Südseite, und machen den Ost-Süd-Ostwind, und von der Nordseite, da sie denn den Ost-Nord-Ostwind darstellen. Die Südwinde indessen erstrecken sich oft bis jenseits der Linie. Diese Winde sind auf dem grofsen Südmeere sehr regelmäfsig, und wehen bis an die afrikanische Küste hin, von der Seite von Madagascar; allein vom indischen Archipel, bis an dieselben Küsten von Afrika, nordseits der Linie, verändern sie sich alle sechs Monate.

der Linie. Daher müfste sich auch bei uns am Nachmittage die erwärmte westliche Luft erheben, und der kältern östlichen Platz machen. Und wenn auch dieser allgemeine Wind bei uns nicht völlig östlich, sondern nordöstlich wäre, so müfste er doch regelmäfsig sein. Wir bemerken aber dergleichen nicht, und wollte man Ursachen angeben, die diesen regelmäfsigen Gang verhinderten, so müfste man zeigen, dafs diese Ursachen in der heifsen Zone nicht Statt finden. Ferner folgt aus *Halleys* Erklärung nicht, dafs die Bewegung der Luft nach Osten den ganzen Tag daure. Bei Sonnenaufgang ist vielmehr die Luft nach Osten hin warm und leicht, daher müfste sie aufsteigen, und die westliche kalte und schwere dagegen eindringen. Dieser Westwind des Morgens müfste viel stärker sein, als der Ostwind gegen Abend, weil die Wärme den ganzen Tag über nie schneller zunimmt als bei Sonnenaufgang. Aber dergleichen Westwind zeigt sich unter dem Aequator nicht, und bei uns kommen die Winde, die sich bei Sonnenaufgang erheben, ohne Unterschied aus allen Weltgegenden. Daher mufs man schliefsen, der Unterschied in der täglichen Wärme, sei nicht vermögend einen wirklichen Wind zu verursachen. Dies wird man auch leicht finden, wenn man bedenkt, dafs dieser Unterschied im Mittel nicht über neun bis zehn Grad geht, welches doch wohl zu wenig ist, um den Zusammenhang der Luftmassen zu trennen, wozu noch kömmt, dafs die Sonne bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung in einer Minute Zeit durch das Zenith vieler Meilen geht, und also die Luft auf viele Meilen weit so schnell in andern Stand bringt, dafs schon die Kürze der Zeit keine Entstehung eines Windes gestattet. Auch der *d'Alembertschen* Erklärung durch die Anziehung des Mondes setzt *Hube* entgegen, eine solche Veränderung der Schwere der Luftsäule müsse auf den Stand des Barometers Einflufs haben, auch müsse man in der Stärke des allgemeinen Windes Veränderungen wahrnehmen, die sich nach dem Stande und der Veränderung des Mondes richteten, wovon sich doch keine Spur zeige. *Hube* selbst leitet den regelmäfsigen Ostwind zwischen den Wendekreisen vielmehr von der Umdrehung der Erde her, welche die Punkte des Aequators schneller als die Stellen der Parallelkreise fortführt. Die untere Luft mufs aus beiden Halbkugeln der Erde

Folgende sind einige der bekanntesten Moussons:

Zwischen Madagascar und den afrikanischen Küsten S. O. Wind vom October bis zum May, übrigens W.

Zwischen Arabien und Malabar vom April bis October S. O. übrigens N. W.

Von Sumatra an längst der chinesischen Küste vom October bis May N. N. O. alsdann S. W.

An der Brasilianischen Küste vom September bis April N. O. und die übrige Zeit S. W.

beständig nach den Gegenden um die Linie fliefsen, weil hier die Hitze beständig am gröfsten ist, daher die leichtere Luft erhoben, und unten von beiden Seiten her durch schwerere ersetzt wird. Diese zuströmende Luft kommt also nach und naeh über Punkte, die sich immer schneller gegen Osten drehen. Da sie diese Geschwindigkeit nicht augenblicklich mit annehmen kann, so bleibt sie gegen die Oberfläche der Erde nach Westen zurück, und verursacht dem Körper, den die Umdrehung schneller durch sie hindurch führt, die Empfindung eines östlichen Windes, der sich nordwärts der Linie in Nordost, südwärts in Südost verändert. Schon *Mariotte* (*Traité du mouvement des eaux P.* I. *disc.* III. in den *Oeuvres* p. 341. *sqq.*) hat dieselbe Erklärung des beständigen Ostwindes der heifsen Zone gegeben.

Lampadius giebt (Systematischer Grundrifs der Atmosphärol. p. 185 ff.) folgende Erklärung: Durch die stärkere und gleichförmigere Wärme in den wärmern Gegenden wird die Aequatorluft ausgedehnt, specifisch leichter und zum Aufsteigen gezwungen. Die Polarluft strömt an der Oberfläche der Erde sowohl vom Nordpol als vom Südpol dem Aequator zu. Sie würde disseits des Aequators reinen Nord- und jenseits desselben reinen Südwind hervorbringen, wenn sie auf ihrem Wege die Erdoberfläche, die sich in gleicher Geschwindigkeit mit ihr herumdrehete anträfe. So aber trifft die Polarluft Parallele der Erdoberfläche, die sich mit vermehrter Geschwindigkeit unter ihr fortbewegen an, und ehe sie diese Geschwindigkeit auch erreicht, bleibt sie zurück, und wird disseits des Aequators in eine nordöstliche und jenseits in eine südöstliche Richtung gebracht. In der Mitte des Zusammenströmens beider Ströme mufs natürlich ein ruhiger Zustand der Luft eintreten. Dafs diese Mitte mehr disseits des Aequators als zu beiden Seiten gleich trifft, erklärt man daher, dafs überhaupt nicht der Aequator der Wärme mit dem Erdäquator zusammentrifft, und die nördliche Halbkugel mehr Wärme als die südliche hat. Die unter dem Aequator aufsteigende Luft strömt nach dieser Erklärung in den oberen Regionen wieder nordwärts und senkt sich allmählig nach den Polen zu. Daher kann zuweilen mitten im Winter in tiefen Norden ein warmer Südwind eintreten, wärend in mittleren nördlichen Breiten starke Kälte herrscht. Bestände die ganze Erdkugel aus Wasser, oder wäre sie ohne Gebirge und mit Sand bedeckt, so würde allenthalben ein regelmäfsiger Wind wehen der nur durch atmosphärische Zersetzungen unterbrochen würde. Die Gebirge mit ihren Eismassen aber bringen die gröfsten Abweichungen hervor. Eintretende Gewitterstürme stören indessen so wohl diese östlichen Winde als auch die Mussons.

Hieher gehören auch die Ἐτησίαι der Griechen, welche in den Hundstagen aus Norden kühlend weheten, und die Χελιδόνιοι oder Ὀρνιθίαι aus Süden im Winter erwärmen.

Nachrichten von den Passatwinden findet man aus den Nachrichten von den Ostindienfahrern und den ältern Geographen gesammelt bei *Halley* (*An historical account of the trade — and monsonns etc.* in der *Philosoph. Transact. no.* 188. p. 153) und *Musschenbroek* (*Introduct. ad philos. natural. T.* II. §. 2570 *sqq.*), der sie *motiones* nennt. Von den Passatwinden des indischen Meers handelt sehr vollständig Kapitain *Forest* (*A treatise on the monscons in East. India London*, 1784. 8.) 1)

1) Die Ursachen von den Passatwinden hat *Halley* vorzüglich in den verschiedenen Stellungen der Sonne nach den Jahrszeiten gesucht, dabei aber auch zugleich auf die Beschaffenheit des Bodens, auf die Lage der Gebürge u. dgl. Rücksicht genommen. Nach ihm wird durch die Erwärmung der Luft in Arabien, Persien und Indien vom April bis zum September ein Wind verursacht, der dem allgemein in diesen Gegenden herrschenden Nordost entgegengesetzt ist, mithin ein Südwestwind; dagegen der Nordost im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge noch mehr verstärkt wird. Aber die von Halley angeführten Ursachen von der Entstehung der Passatwinde scheinen schon darum nicht hinreichend zu seyn, da dergleichen in andern Meeren unter gleicher Breite von denselben Ursachen nicht entstehn.

Hube (über die Ausdünstung, Cap. 61, p. 352 f.; und vollständiger und faslicher Unterricht in der Naturlehre, B. II. 35 Brief, p. 270 f.) leitet die Entstehung der Passatwinde, die auf dem Meerbusen zwischen Arabien, Persien und Malabar herrschen, wie auch die auf dem Meerbusen von Bengalen, die die bekanntesten sind, von den weit ausgedehnten und bergigen Ländern, welche beide Meerbusen gegen Norden umgeben, her. Diese werden nemlich im Winter viel stärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher fliefst die Luft von ihnen oft mit Ungestüm gegen die Linie, mehrentheils nordöstlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Westwinde herrschen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich; der Nordostwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu fliefsen. Diese hat wegen der Drehung der Erde eine immer mehr westliche Richtung, je weiter sie über dem Meere fortgeht, und sie führt, weil alsdann die Regenzeit diesseits der Linie ist, schwere Gewölke mit sich, die sie gegen die Küste von Malabar treibt, wo sie sich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigsten Platzregen ergiefsen.

Ueber die Küste von Coromandel ist indessen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünsten gereinigte westliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordost her gegen dieselben Gebirge getrieben, und es bilden sich daselbst in ihr durch die Kälte in den kältesten Monaten, dem November, December und Januar an der westlichen Seite eine Menge schwerer Gewölke, die nachher mit Westwinden heraufkommen, und auf der Küste Regen und Ungewitter veranlassen. Indessen ist der Himmel in Malabar heiter. Dieser Unterschied so naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beide von einander sondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen Gatischen Gebirge viel stärker und schneller, als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird also schwer, und bewegt

Was die abwechselnden Land-und Seewinde an den Küsten der heiſsen Zone betrifft, so wehen die Landwinde des Nachts nach der See zu, die Seewinde am Tage vom Meere landwärts. So wehet auf St. Domingo gemeiniglich ein Ostwind vom Meer her von 10 Uhr Vormittags bis 6 oder 7 Uhr Abends, worauf ihn Westwind vom Lande ablöst, welcher die ganze Nacht hindurch anhält. Die Seewinde sind an den Vorgebirgen am stärksten in den Meerbusen am schwächsten, herrschen rund um die Inseln, und sind beim klaren Wetter regel-

sich unten an der Erde gegen das Meer zu. Auf diese Weise entsteht der Westwind in Coromandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zufliesſende Luft sich über dem Lande erheben muſs, und dadurch erkältet wird, so schlagen sich aus ihr die Dünste nieder, und verursachen starke und anhaltende Regen.

Nach *de la Metherie* (Theorie der Erde, aus dem Franz., B. I. Leipzig 1797, p. 197) ist es vorzüglich die Sonne, die macht, daſs der Luftstrom eher von der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenseits Indien ist, herkömmt; denn in derselben Zeit, da die Sonne in unserm Gesichtskreise ist, erwärmt sie sehr stark den ganzen Theil von Afrika, der diesseits des Aequator liegt, Aethiopien, Abyssinien, Aegypten u. s. w. und muſs demnach die Nordwestwinde hervorbringen; denn die Luft ist daselbst weit dünner als die, welche über dem indischen Meere ist; sie muſs daher von dieser Seite entweichen, so wie sie über dem atlantischen Meere von der Seite des Cap Vert und des Cap des Canaries ihre Stelle verläſst, welcher Umstand Gelegenheit giebt, daſs der Ostwind mehr Stärke erhält; zu derselben Zeit treibt sie die Dünste des rothen Meers, des persischen Meerbusens und selbst einen Theil der Dünste des mittelländischen Meers gegen die Gebürgskette an den Küsten, besonders bei Malabar, und dadurch entstehen starke und anhaltende Regengüſse. Diese Regen kühlen die Luft ab, und verdichten sie noch stärker, so daſs der Strom um so mehr genöthigt ist, seine Richtung nach Westen zu nehmen. Die Gipfel der Abyssinischen Berge, welche mehr nach Osten als nach Westen gekehrt sind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bei, und diese verschiedenen Ursachen sind es, welchen den Westmouſson auf dem indischen Meere zu der Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden diese Ursachen nicht Statt, der Ostmouſson oder der ordentliche Wind erhält daher seine gewöhnliche Richtung wieder, und führt die Regenzeit nach Coromandel hin, weil die Dünste des indianischen Meers verdichtet und nach der östlichen Küste des Gebirges Gate getrieben werden.

Lampadius sagt (a. a. O. p. 187) folgendes über die Ursache der Mouſsons: Sie richten sich nach dem Stande der Sonne gegen die Länder und Meere. Das Land wird stärker als das Meer erwärmt, und die Seeluft strömt dem Lande zu. Je stärker nun und gleichförmiger diese Erwärmung geschieht, um so anhaltender und regelmäſsiger ist der Wind. In einem andern Falle wird ein benachbartes Meer stärker erwärmt, als ein angrenzendes hohes gebirgigtes Land, und in diesem Falle stürmt die Luft von dem Lande dem Meere zu. Wieder ein anderes Mal wird eine Insel durch einen Gebirgskamm in der Mitte in zwei Theile getheilt, und je nachdem die Sonnenstrahlen länger an diese oder an jene Seite antreffen und sie erwärmen, entsteht ein Mouſson nach dieser oder jener Seite des Gebirges hin. Daher hat ein Küstenland zwei ganz entgegengesetzte Mouſsons, wo alsdann während des Uebergangs von einem zum andern eine Windstille herrscht.

mäfsig. Sie gehn aber nie weit ins Land hinein. Die Landwinde gehen auf der Insel von der Mitte aus nach allen Seiten; zuweilen reichen sie kaum bis über die Ufer, zuweilen erstrecken sie sich eine halbe Meile und noch weiter ins Meer hinein. Von den Vorgebirgen kommen die schwächsten Landwinde, dagegen sind sie in den Meerbusen am stärksten. 1)

Der Raum innerhalb welchem die regelmäfsigen Winde weder östlich noch südlich sind, fällt nicht wie man glauben sollte, an den Aequator selbst, sondern vom 3 bis 5° nördlicher Breite. In dieser schmalen Zone giebt es ohne Unterlafs Windstillen mit häufigem Regen begleitet, auch unregelmäfsige und stürmende Winde, mit Blitz und Donner. 2)

In den gemäfsigten und kalten Zonen herrschen nur beständige Winde. Inzwischen wehen fast an jedem Orte gewisse Winde häufiger als andere; sie finden sich aber nicht zu gewissen Zeiten und in regelmäfsiger Ordnung ein. Diese Winde erstrecken sich oft über 100 Meilen weit, und führen oft eine wärmere Luft zu, als vorher an dem Orte war. Die Ursache dieser veränderlichen Winde ist schwer anzugeben. 3)

1) Alle diese Wahrnehmungen machen es sehr wahrscheinlich, dafs die abwechselnden Land- und Seewinde ihren Grund in der ungleichen Erwärmung der Erde und des Wassers haben. In der Nacht wird nemlich das Land schneller erkältet, und die untere dichtere Luft verbreitet sich gegen die auf dem Meere liegende dünnere, dagegen am Tage, wegen der schnellern und stärkern Erwärmung des Landes das Gegentheil Statt hat.

2) Der Grund, warum die beiden grofsen Luftströme nicht im Aequator selbst, als in der Mitte beider Halbkugeln der Erde zusammentreffen, liegt in der ungleichen Anhäufung der Wärme, welche durch den längern Aufenthalt der Sonne in der nördlichen Halbkugel hervorgebracht wird. *Aepinus* (*Cogitationes de distributione caloris per tellurem*) setzt die Wärme beider Hemisphäre wie 14 : 13, wobei aber auf die gröfsere Nähe der Sonne im Sommer der nördlichen Länder nicht Rücksicht genommen ist. Dagegen zeigt Herr *Prevost* (über die Grenze der regelmäfsigen Winde; aus dem *Journal de Physique*, 1791; übers. in Gren's Journal der Physik, B. VIII. p. 88 f.), wie die Lage des Aequators mit dem Verhältnifse der Wärme zusammenhänge, und findet, das letztere müfse = 11 : 9 seyn, wenn die Gränze vom Aequator 4° entfernt liege.

3) *Musschenbroek* giebt (*Introduct. ad philos. natural*, T. II. §. 2619 sqq.) einige Berechnungen über die Gewalt des Windes, wobei er annimmt, das Moment des Windes verhalte sich wie das Produkt der Luftmasse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Nach dieser Voraussetzung müfsen sich die Geschwindigkeiten von Wasser und Luft, wenn beide gleichviel wirken sollen, wie die Quadratwurzeln ihrer specifischen Gewichte verhalten. Auch lehren die Versuche, dafs die Luft etwa 24 Mal schneller, als das Wasser sich fortbewegen müsse, um mit diesem eine gleiche Wirkung auf eine ebene Fläche zu thun. Die Kraft des Stofses eines fliefsenden Wassers ist nun dem Gewichte einer Wassersäule gleich, welche die gestofsene Ebene zur Grundfläche und die der Geschwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat. Wenn daher das Wasser

Alle Winde sind nach Beschaffenheit der Orte, von denen sie kommen, und über die sie gestrichen sind, warm oder kalt, trocken oder feucht. So sind alle Winde, die von den Polen von hohen mit Schnee bedeckten Bergen und von der See herkommen kalt, indessen die, die von der Seite der Linie ausgehen, zumal wenn sie ihren Weg über festes Land genommen haben, welches ununterbrochen den senkrechten Strahlen der Sonne ausgesetzt war, und die, welche von ebenen Gegenden herkommen, warm und brennend heiſs sind; so ist der Ostwind von der ganzen westlichen Küste von Afrika sehr warm; auf der östlichen Küste von Amerika aber ist der Wind kühl. Die Westwinde sind in Europa kalt, und eben dieses gilt auch zur Winterszeit vom Ostwinde, der hingegen im Sommer warm ist; der Südwind ist es noch mehr, ob er gleich einen Theil der Wärme, den er besaſs, als er von Afrika ausgieng, über dem mittelländischen Meere abgesetzt hatte. Indessen kann der Südwind für die Länder, welche an der Nordseite groſser Gebirge liegen, kalt sein; denn, wenn z. B. die Alpen mit Schnee bedeckt sind, so wird dieser Wind in die Gegenden, die ihre Lage an der Nordseite derselben haben, Kälte bringen. Auch in Hinsicht der Orte, durch die die Winde ihren Gang genommen haben, werden sie trocken oder naſs sein; überhaupt sind diejenigen, welche über groſse Striche festen Landes gegangen sind, trocken, indessen diejenigen, die über das Meer herkommen, regnicht sind. So sind z. B. für Frankreich die Süd-

in einer Sekunde 1 Pariser Fuſs durchläuft, so wird die Kraft des Stoſses auf 1 Quadratfuſs Fläche dem Gewichte von 1/60 Cubikfuſs Wasser gleich, oder wenn man den Cubikfuſs Wasser = 63 Pfund schwer annimmt, 1 1/20 Pfund seyn. Eben so groſs ist die Gewalt eines Windstoſses, der in einer Secunde 24 Fuſs durchläuft. Derstärkste beobachtete Sturmwind von 123 Fuſs Geschwindigkeit in einer Sekunde geht ohngefähr 5 1/8 Mal schneller, wird folglich 26 Mal stärker wirken, und auf einen Quadratfuſs Fläche mit einer Gewalt von 16. 1 1/20 oder etwa 27 Pfund stoſsen. Hieraus läſst sich nun leicht ein Ueberschlag machen, daſs er auf einen 58 Fuſs hohen Baum, mit einer Krone von 50 Fuſs Breite, und einem Stamme von 10 Fuſs Höhe eine Kraft von 4200000 Pfund, und auf einem Thurm, welcher 150 Fuſs hoch und auf jeder Seite 30 Fuſs breit ist, eine von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben müſse. Auf denselben Gründen beruhet die Rechnung des Windstoſses gegen ebene Flächen, welche derselbe entweder nach senkrechter oder schiefer Richtung, wie bei den Windmühlenflügeln trift. *Karsten* (Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. VI, 1771, Pneumatik, Abschnitt IX) hat die ganze Theorie mit gehörigen Anwendungen zusammenhängend vorgetragen. Man nimmt gewöhnlich an, der Druck, den eine auf die Richtung des Windes senkrechte Fläche = $\mathfrak{b}$ leidet, wenn des Windes Geschwindigkeit der Höhe $\mathfrak{a}$ zugehört, und die Dichtigkeit der Luft = $\mathfrak{g}$ gesetzt wird, sei = $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{g}$. Dies stimmt mit *Newton's* Theorie vom Widerstande überein, welches auch nothwendig Statt haben muſs, indem der Erfolg der nemliche bleibt, es mag sich die feste ebene Fläche in der ruhenden flüſsigen Materie bewegen, oder umgekehrt die flüſsige Materie mit gleicher Geschwindigkeit gegen die ruhende Fläche stoſsen.

winde, die über das mittelländische Meer gehen, und die Westwinde, die ihren Weg über das atlantische Meer genommen haben, naſs, die Ost- und Nordwinde hingegen, die über groſse Strecken festen Landes gegangen sind, sehr trocken.

Aristoteles (*Meteor.* L. III.) *Seneca* (*Quaestiones natur.* V, p. 12.) und *Plinius* (*Historia natur.* II, p. 48.) erwähnen besondere Arten plötzlicher Stürme und Orkane (*repentini flatus*) unter den Namen *Prester*, *Exhydria*, *Ecnephias*, *Typhon*. Der Prester soll ein mit Blitzen begleiteter Sturmwind sein, und wird gewöhnlich für das jetzt unter dem Namen der Wasserhose bekannte, unter Luft und Wasser näher zu erwähnende, Meteor gehalten.

Die Exhydria, wobei eine Menge Wasser herabstürzt, wird gewöhnlich für den Wolkenbruch erklärt; so wie der Ecnephias, der aus einer Wolke hervorbricht, den im äthiopischen Meere, und vornemlich am Cap der guten Hoffnung vorkommenden, sogenannten Travados ähnlich zu sein scheint. Diese Travados bestehen aus kleinen schwarzen Wolken, die sich bei stillem und klarem Wetter zeigen, innerhalb einer kleinen Stunde sich weit verbreiten, uud die schrecklichsten Stürme hervorbringen, welche zuweilen den ganzen Compaſs durchlaufen, Schiffe umwerfen, und Alles, was ihnen vorkömmt, zerstöhren. Auf der Küste von Guinea gibt es deren oft 2 bis 3 des Tages, im Aprill, Mai und Jenner; eben so in Loango, Guardaful, und auf dem Cap der guten Hoffnung, wo besonders die Travaden vom Tafelberge unter dem Namen des Ochsenauges bekannt sind. Der Typhon wird als ein heftiger gleichfalls aus einer Wolke hervorbrechender Wirbelwind beschrieben.

Der *Abbé Rochon* beschreibt in seinen Reisen nach Maroko und Indien in den Jahren 1767 bis 73 zwei solcher Orkane, welche 1771 auf *Isle de France* plötzlich in ihrer ganzen Stärke erschienen. Folgendes sind die Hauptereignisse dabei: 1771 im Februar bei heiterm Wetter fiel das Barometer ungewönlich, d. i., in 24 Stunden fünf und zwanzig Linien. Die Sonne war hell untergegangen. Um sieben Uhr aber schon brach das Ungewitter los. Der fürchterlichste Orkan tobte von allen Seiten des Horizonts her. Alles wurde niedergerissen, und die Schiffe an der Küste zertrümmert. Der Regen schoſs in starken Ströhmen herab, und es blitzte und donnerte unaufhörlich. Das Wetter dauerte unaufhörlich 18 Stunden, und lieſs erst nach, als das Barometer wieder stieg, das war des andern Tages um 3 Uhr. Die Insel stellte ein schreckliches Bild der Verwüstung dar.

Oft sind diese Stürme kürzer, oft gehen sie in der Nachbarschaft vor, und machen die Luft nur unruhig, ohne daſs es regnet. Bei dem Orkane, der im

December 1791 in Teutschland wüthete, war der eigentliche Mittelpunkt desselben in der Spandauer Gegend in Preufsen. Zu Göttingen war Südwest- zu Königsberg Nordostwind. Die Spandauer Wälder wurden niedergerissen, und dort gab es beim Sturme Blitz, Donner und Regen.

Unter den Winden, die eigenthümliche Beschaffenheiten besitzen, sind vorzüglich einige in den heissen Ländern merkwürdig. Dahin gehört der *Sirocco*, der in Italien und noch heftiger in Sicilien weht; er erstreckt sich über einen grofsen Theil des mittelländischen Meeres, ja er dringt in die Schweiz, wo er unter dem Namen des Fön bekannt ist. Zu Palermo soll er höchstens nur 40 Stunden anhalten, in Italien aber zuweilen mehrere Tage, ja Wochen nach einander wehen. Er kömmt aus den heissen Sandwüsten von Afrika, und ermattet Menschen und Thiere. Die Atmosphäre ist, so lange er wehet, trübe und neblicht, so dafs die Sonne nicht scheint, ohngeachtet man keine Wolken am Himmel sieht. Aehnliche Winde, die aber noch viel heisser, und zuweilen tödlich sind, hat man in Aegypten, Arabien, Persien und andern heissen Ländern. Sie kommen immer aus Sandwüsten, und haben daher auch in verschiedenen Gegenden ganz verschiedene Richtungen Dagegen hat der Hermattan ein Ostwind auf der Küste Senegal von der grofsen Wüste in Afrika in einigen Gegenden keine vorzügliche Wärme. Er ist aber äufserst trocken, und ebenfalls mit einer neblichten Luft begleitet. Man kann oft, wenn der Hermattan weht, nicht 20 Schritte weit sehen, und es sondert sich zuweilen, wenn die Luft sich nachher klärt, ein bräunlicher unfühlbarer Staub aus der Luft, der alles Linien dick bedeckt. Während er wehet, springen die Lippen auf, die Haut wird spröde, und gibt durch die Risse Blut.

Aber der gefährlichste unter diesen ausserordentlichen Winden ist der, den die Araber Sam, Smum, Samum oder Samiel nennen. Er ist an den Grenzen von Arabien und um Mecka, um den Euphrat und in Persien bekannt. Seine Ankunft erkennt man an einer feurigen Röthe, die sich am Himmel zeigt. Man hört ein Zischen und Prasseln in der Luft, indem er sich erhebt, und er tödtet wie der Blitz, Menschen und Thiere, die ihn einathmen, in einem Augenblicke. Dieser heisse Wind kömmt ebenfalls alle Zeit aus brennenden Sandwüsten, hält aber nur etwa eine Viertelstunde an. Man mufs sich mit dem Gesichte auf die Erde werfen, wenn man seiner Wuth entgehen will, wovon uns die Thiere ein Beispiel geben, welche ihre Köpfe senken, und sie dicht an die Erde halten, wenn dieser Wind ankommt. Befindet man sich mitten auf einem Flusse oder einem Gebirge, so hat man nichts zu befürchten. Die Körper der Menschen und Thiere, die er tödtet, faulen ausserordentlich schnell. *Hube* glaubt, dafs alle diese Winde, besonders aber der Smum, mit Electricität überladen sind.

Der Chamsin in Aegypten scheint von ähnlicher Beschaffenkeit aber doch nicht ganz so heftig zu sein.

Noch müssen wir des Ostwinds bei Sonnenaufgang Erwähnung thun. Bei heiterm ruhigen Wetter bemerkt man ihn kurz vor Sonnenaufgange und noch eine kurze Zeit nachher. Er ist nicht heftig und fast gleichförmig. 1)

1) Lampadius meint, dieser Wind entstehe dadurch, dafs, da die obern Schichter der Luft früher, als die untern erwärmt werden, und mithin die Wirkung der ersten Sonnenstrahlen sich in der Höhe schon weiter westwärts, als nahe an der Erde erstreckt, ein schräg aufsteigender Zug der Luft von Osten nach Westen nahe an der Erde entstehen müsse, welcher so lange dauert, bis alles ziemlich ins Gleichgewicht gesetzt ist. Andere Naturforscher erklären diesen Ostwind durch die erste Verdünstung, welche die Sonnenstrahlen erregen, oder durch das Fallen des Thaus u. s. w.

Im Allgemeinen ist die Theorie des Wiudes noch sehr unvollkommen. Baco von Verulam handelt in seiner Lehre von den Winden (Historia natur. et experim. de ventis in opp. 1665, p. 439) von den allgemeinen periodischen und einem Lande, oder einer Jahrszeit eigenthümlichen Winden, von den Gegenden des Himmels, von denen sie kommen, von ihren verschiedenen Eigenschaften, von ihrem örtlichen und zufälligen Ursprunge, von den ausserordentlich und plötzlich entstehenden Winden, von den Ursachen, die sie verstärken und schwächen, von ihren Gesetzen in Rücksicht der Zeit und des Raumes, von ihrer Nacheinanderfolge, ihren Bewegungen, Wirkungen, ihren Vorhersagungen und von den verschiedenen Methoden sie nachzuahmen. Den vorzüglichsten Grund aller dieser Winde setzt Baco in die Erwärmung und Erkältung der Atmosphäre. Ueberhaupt haben alle, welche von der Theorie der Winde geschrieben haben, als Colepress (Philosoph. Transact. No. 26), Garden (Philosoph. Transact. No. 175), Wargertin (Schwed. Abhandl. B. XXIV, v. Jahr 1762, p. 173 f.), Strahl (Theorie des Windes und der Kälte, in den Leipziger Samml. zur Physik und Naturgeschichte, B. II, St. 5, p. 575) u. m. Erwärmung und Erkältung als Haupt-ursachen von der Entstehung der Winde angenommen.

d'Alembert (Reflexions sur la cause génerale des vents) behauptet, dafs die Wirkung der Sonne und des Monds auf die Luft die Hauptursachen der Winde seien, indem erstere theils als warmmachend verdünne, und dadurch Ströhme veranlafse, theils durch Anziehung wirke, letzterer aber durch Anziehung zu den Winden beitrage, wobei er die Winde mit der Ebbe und Fluth, die gleichfalls dem Monde zugeschrieben werden müsse, vergleicht. Seine Hypothese ist auch in den Mémoires de l'Académie à Paris, an. 1750, p. 41 ff.) angeführt. Ausser diesen Hauptursachen findet er noch andere in den in verschiedenen Gegenden verschieden in die Atmosphäre sich erhebenden Dünsten der Richtung der Berge und Gebürgsketten, und die Oeffnung ihrer Pässe.

Musschenbroek (Introduct. ad philosoph. natural. T. II, §. 2601 sqq.) theilt die Ursachen der unbeständigen Winde in vier Classen, je nachdem sie sich unter der Erde, auf der Erdfläche, im Luftkreise, oder endlich über dem-

selben befinden. Von den unterirdischen Winden, welche aus den Aeolushöhlen hervorbrechen, zeugen viele Beobachtungen. Als Ursachen derselben lassen sich ungleiche Erwärmung und Erkältung in communicirenden Gängen, Wind durch einen Fall des Wassers veranlaſst, unterirdisches Feuer, Erdbeben, Durchstreichen des äuſsern Windes durch Gänge unter der Erde u. dgl. angeben. Bisweilen brechen solche Winde aus dem Meergrunde hervor, und verursachen ein Aufwallen und Brausen des Wassers. Auf der Erdfläche giebt es fast unzählbare Umstände, die die Luft bewegen können, die Meereswellen, aufsteigende Dünste, starke Feuer und Explosionen, das Schmelzen des Schnees, Fall der Körper, Gährung und Fäulniſs der Körper, durch die Menge entwickelter elastischer Materien u. s. f. Im Luftkreise aber sind ohne Zweifel die Hauptursachen, als Verdichtung und Verdünnung der Luft durch Kälte und Wärme, durch Aufsteigen der Dünste und Herabfallen des Regens, durch Erweiterung und Zusammendrückung der Wolken, die Luftelectricität, die Erkältung der Luftsäulen durch den Schatten der Wolken, und das Aufbrausen verschiedener einander begegnender Ausdünstungen, wodurch sich elastische Flüssigkeiten erzeugen; endlich der Blitz, indem er die Luft aus der Stille treibt, und andere veranlaſst sich in den leeren Raum zu ergieſsen. Ueber dem Luftkreise endlich finden sich noch Ursachen der Winde in der Anziehung der Luft durch die Sonne, und vornehmlich den Mond, welche auf die Luft eben so wie auf das Meer wirken sollen.

De Luc (Neue Ideen über Meteorologie, Th. II, §. 840 f.) führt als die am besten bekannten Ursachen der regelmäſsigen Winde den jährlichen und täglichen Lauf der Sonne, nebst der Bewegung an, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Axe mitgetheilt wird. Diese letztere nemlich muſs der Luft, die vom Aequator in die nördlichen Polarkreise übergeführt wird, wo die Umdrehung langsamer erfolgt, eine Richtung nach Osten geben, weil diese Luft die ihr mitgetheilte stärkere Bewegung nach dieser Gegend noch eine Zeitlang beibehält; dadurch muſs sich der Wind, der eigentlich Süd sein sollte, in Südwest verwandeln. Die umgekehrte Ursache muſs für uns die Nordwinde in Nordost verwandeln. Da aber die Winde bei weitem nicht das Regelmäſsige zeigen, welches diese Ursachen allein hervorbringen müſsten, so muſs es noch andere und wirksamere geben. Nach de Luc's Meinung gehören dahin die Ausdünstung und der Regen, wovon letzterer, wenn er plötzlich entsteht, fast alle Mal mit Sturm begleitet ist. Auch hatte schon de Saussure (Essai sur l'hygrometrie. Essai IV, §. 283) beide zur Erklärung gewisser Winde gebraucht, wobei er glaubte, daſs theils die elastischen Dünste bei ihrer plötzlichen Verdichtung zu tropfbarem Wasser leere Räume veranlassen, theils der Regen selbst wieder elastischen Dunst erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung der Luft verursache. Aber de Luc zeigt, daſs die gewöhnliche Art Ausdünstung und Regen zu betrachten, zu Erklärung der gewaltsamen Stürme, die so oft den Gewittern und Platzregen vorhergehen, nicht hinreichend sind. Vielmehr sucht er die wahre Ursache dieser groſsen Windstöſse in den schnellen Verwandlungen, die sich in der Atmosphäre zutragen. Wenn die Dünste, welche sich durch die Ausdünstung in der Atmosphäre erhoben hatten, eine Zeitlang in derselben in Luftgestalt befindlich gewesen sind, so werden sie vielleicht plötzlich

und mit grofser Zunahme des Volumens wiederum in Wasserdunst verwandelt, und dieser verdichtet sich nur mit starker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Wasser. Aus so schnellen und starken Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windstöfse begreiflich, die man bei plötzlicher Bildung der Wolken, und bei Platzregen fast alle Mal wahrnimmt. Und wenn nach Herrn de Luc's Meinung die Wolken keine bestimmte bleibende Massen, sondern nur vorübergehende Erscheinungen sind, die alle Augenblick zerstört und wieder erzeugt werden, so liegt auch hierinn ein Grund für lange anhaltende Winde. Nach Herrn Hube sind die vorzüglichsten Ursachen der veränderlichen Winde die Verschiedenheit in der Erwärmung durch die Sonne, Ausdünstung und Electricität. Wenn die kalte Luft der Pole nach den wärmern Gegenden fortfliefst, so mufs sie bald eine starke Abweichung von Osten nach Westen erhalten, weil die Geschwindigkeit der Oberfläche der Erde durch ihre Umdrehung nirgends so sehr schnell zunimmt, als nahe bei den Polen. Daher sind auf den dortigen Eismeeren die Ostwinde so gewöhnlich. Auch wir haben im Frühjahre häufige Ostwinde, weil uns nach Osten zu gebirgige von grofsen und offenen Meeren weit entfernte kalte Länder liegen, die sich spät von der Sonne erwärmen, und also vorzüglich im Frühjahre eine viel kältere Luft zu haben pflegen, als wir. Auf dem mittelländischen Meere herrschen, wegen der hohen Gebirge der syrischen Küste, die Ostwinde nicht allein im Frühjahre, sondern auch im Herbst, weil das Meer seine Hitze nicht so schnell verliert, als das feste Land, und die südlichen Winde, die im Winter auf dem rothen Meere so gemein sind, entspringen wahrscheinlich auf den kalten Gebirgen von Abyssinien. Die Verschiedenheit in der Sonnenwärme macht auch, dafs oft aus beschatteten Thälern zwischen hohen Bergen, oder aus engen Oeffnungen tiefer Berghöhlen des Sommers bei Tage Winde hinausfahren, die um desto heftiger werden, je mehr die Hitze des Tages zunimmt, gegen die Nacht aber aufhören, weil alsdann die äufsere freie Luft noch kühler ist, als die eingeschlossene innere. Eben so entstehen, vorzüglich im Sommer zwischen nahe gelegenen Ländern oft Winde, wenn das eine, entweder weil es dicke Gewölke beschatten, oder häufige Regen erkälten, oder auch aus andern Ursachen von der Sonne viel weniger erwärmt wird, als das andere. Solche Winde legen sich gewöhnlich des Abends, und fangen dann am folgenden Tage wieder an. Eine andere Art der Winde leitet Hube seinem Systeme gemäfs aus starken und schnellen Auflösungen der Dünste von der ersten Art her, wobei die Luft ihr eigenthümliches Gewicht behält, oder wohl gar wegen der Erkältung durch Auflösung noch schwerer wird, also von unten dahin fliefst, wo sie den wenigsten Widerstand findet. So entstehen die Schneewinde, die Winde aus regnenden Wolken, die über eine heisse trockene und stille Luft wegziehen, eben so nach stillem und starkem Regen, wenn die Wolken sich zertheilen, und gleichfalls Winde bei starken und hohen Wasserfällen.

Der merkwürdigste dieser Art ist der schwache Ostwind, welcher sich bei stillem und heiterm Wetter kurz vor Sonnenaufgang zu erheben, eine oder zwei Stunden anzuhalten, und nachher aufzuhören pflegt. Er ist alle Mal, vorzüglich im Winter kalt, in gebirgigen Gegenden häufiger als in ebenen, und gewöhnlich blos auf dem festen Lande zu bemerken. Er entsteht auf folgende Art: Die

Luft auf dem festen Lande wird nach heiteren Tagen die Nacht über in der Tiefe nach und nach viel kälter, als oben; dadurch wird der Unterschied in Attraction der obern und der untern Luft noch gröſser, als er auſserdem schon sein würde. Die Dünste also, und die vielen noch nicht ganz aufgelöſsten Wassertheilchen, mit welchen sich die untere Luft bei einer Ausdünstung der ersten Art bei Tage ausfüllt, steigen die Nacht über um desto schneller in die Höhe, und häufen sich daselbst an. Nun werden die Wassertheilchen von den ersten Strahlen der Sonne, noch ehe die Sonne unten aufgeht getroffen, sie erwärmen sich mit der Luft, in denen sie hängen; die Ziehkraft der Luft nimmt durch die Wärme und die damit verbundene Ausdehnung zu; sie fängt, weil sie dünn ist, an, die Wassertheilchen auf die erste Art aufzulösen; sie wird dadurch plötzlich ausgedehnt, kälter und specifisch schwerer; sie fällt also herunter mit Wassertheilchen beladen, erkältet die untere Luft, und hat Zeit genug zu fallen, da die Dämmerung bei uns lange dauert. Allein sie fällt nicht gerade herab, sondern mit einer Abweichung gegen Westen, weil nach Osten hin die Atmosphäre indessen beständig auf eine gröſsere Tiefe von der Sonne erwärmt und ausgedehnt wird, als gegen Westen. So fängt, wenn in der obern Luft Wassertheilchen genug vorhanden waren, zuletzt ein kalter Ostwind an, merklich zu werden, der aber nur ein Paar Stunden nach Sonnenaufgang anhielt, weil die untere Luft nach und nach immer wärmer wird, und ein Paar Stunden nach dem Aufgange der Sonne sich schon stärker zu erwärmen, und auszudehnen anfängt, als die obere. Dieser schwache, aber kalte Ostwind befördert den Morgenthau, und macht, daſs die Kälte kurz vor Sonnenaufgang in der Atmosphäre von oben gegen die Erde herunter zu steigen scheint.

Endlich giebt es noch eine andere Art Winde, welche in allen kalten Ländern sehr gemein, und schon oben erwähnt sind. Diese lassen sich weder durch Erkältung noch Ausdünstung erklären, weil sie im erstern Fall nie wärmere Luft herbeiführen, im zweiten sich nicht so weit erstrecken könnten. Sie finden sich nie in heissen Ländern, und müssen also eine ganz besondere Ursache haben. Nach Hube liegt diese blos in der Electricität, von der er annimmt, daſs sie bisweilen die Elasticität der in der Luft aufgelöſsten Dünste, jedoch blos der Dünste der zweiten Art ansehnlich verstärke.

Lampadius führt folgende Ursachen der Entstehung und Richtung der Winde an:

I. Allgemeiner und häufig wirkende.

a) Die von der Umdrehung der Erde um ihre Axe abhängende Luftbewegung. Einige Naturforscher nahmen in ältern Zeiten an, die leichtere Atmosphäre müsse dem schwereren Erdekörper in seinem Schwunge stets nachbleiben, und dadurch ein beständiger Ostwind, welcher nur durch andere Zufälligkeiten gestört würde, entstehen. Denken wir uns aber einen Augenblick die neugeschaffene Erde mit ihrer Atmosphäre in Ruhe, und gleich darauf mit eingetretener Bewegung um ihre Axe; so muſste dadurch allerdings auf einige Zeit ein ungeheurer Sturm von Osten nach Westen entstehen; ein Sturm, welcher wohl vermögend gewesen wäre, auf der Oberfläche der Kugel die gröſsten

Veränderungen hervorzubringen. Sobald aber die Trägheit der Atmosphäre überwunden war: so mufste sich letztere in völlig gleicher Geschwindigkeit mit der Erde bewegen. Das plötzliche Stillstehen der Erde würde eben so den fürchterlichsten Weststurm, so wie die geringste vermehrte oder verminderte Umdrehung einen Ost oder Westwind auf kurze Zeit hervorbringen. Da wir nun selbst den zuletzt erwähnten Fall nicht einmal annehmen können, so fällt diese Luftbewegung ganz weg. Aber sehr richtig haben die Herren Kant und de Luc auf folgenden Grundsatz aufmerksam gemacht: Die Erdoberfläche und mit ihr die Atmosphäre durchläuft unter dem Aequator wegen des gröfsern Durchmessers in einer gegebenen Zeit einen gröfsern Raum, als an den Polen, oder mit andern Worten: Die Luftsäulen unter dem Aequator bewegen sich mit mehr Geschwindigkeit, als jene über den Erdpolen. Wenn nun die sich langsamer mit der Erde bewegende Polarluft durch irgend eine Ursache gezwungen wird, nach dem Aequator zu strömen, so wird sich, ehe sie die gröfsere Geschwindigkeit des neu erreichten Orts an der Erdoberfläche annimmt, auf ihrem Wege von Westen nach Osten etwas zurückbleiben, und es wird nördlich des Aequators ein Nordostwind, und jenseits desselben ein Südostwind entstehen. Wenn aber umgekehrt die sich schneller bewegende Aequatorluft gezwungen wird, nach den Polen zu strömen, so bleibt sie in ihrer Bewegung von Westen nach Osten so lange etwas vor, bis sie zur Ruhe gekommen, und nach überwundener Trägheit die langsamere Bewegung des neu erreichten Erdtheils angenommen hat. Eine Luft also, die der erregenden Ursache zufolge, gerade südlich fliessen sollte, wird auf diese Art diesseits des Aequators eine südwestliche, und jenseits desselben eine Nordwestliche Richtung annehmen. Die Winderregende Ursache sei nun in Süden oder Norden welche sie wolle, so wird, sobald sie nicht völlig in Westen oder Osten wirksam ist, diese eben erklärte Abweichung hervorbringen. Sie wird um so stärker sein, je schneller sich die Luft bewegt, und je länger sie auf einem nördlichen oder südlichen Wege verweilt. So kann also die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der sich um die Erdaxe mit der Erde drehenden Atmosphäre wohl Abweichungen hervorbringen, aber nicht selbst Wind ursprünglich erregen.

b) Eine der vorzüglichsten Ursachen der Luftbewegung ist nun wohl unstreitig die ungleichförmige Erwärmung der Luftschichten, durch die Sonnenstrahlen in ganzen Ländern oder in einzelnen Gegenden nach der Verschiedenheit der Erdoberfläche und der Menge der auffallenden Stralen und ihrer Richtung. Wenn z. B. gewisse Erdflächen, als die Sandwüsten, stärker erhitzt werden, als die in der Nähe befindliche Meeresfläche: so wird durch diese die überstehende Luft stärker ausgedehnt, specifisch leichter, und zum Aufsteigen gezwungen. Von der Meeresfläche strömt nun Luft zum Ersatz nach, und es entsteht Wind nach dem festen Lande zu. Die aufgetriebene Luft fliefst in höhern Gegenden gleichsam über, und so kann es zwei Luftströhme geben; der obere fliefst vom festen Lande dem Meere zu, und senkt sich allmählig nieder; der niedere aber zieht dem festen Lande zu, und steigt allmählig auf. Erregen Wolken in einer warmen ausgedehnten Luft Schatten und Kälte, so entsteht Wind nach dem abgekühlten Theile der Atmosphäre hin. Wird durch verschiedene Wärme in der

Luft

Luft Ausdehnung hervorgebracht, so geht der Wind von dem Orte, wo die Wärme erregt wurde, aus. Kühlt fallendes Eis die Erdoberfläche und die niedern Luftschichten stark ab, so senken sich die obern nieder, und es mufs ein fallender Wind entstehn. So oft also überhaupt eine Temperaturveränderung in angrenzenden Luftschichten Statt findet, eben so oft mufs auch ein Wind entstehen.

c) Wenn in der Luft mehr oder weniger schnell Luft oder Wasserdampf gebildet oder zerlegt wird: so mufs dadurch ebenfalls Wind, entweder von dem Orte her, oder nach dem Orte hin, wo dergleichen erfolgt, entstehn.

d) Durch die anziehende Kraft, der Sonne und des Mondes, wird die Seite der Atmosphäre, welche diesen Körper zugewandt ist, sehr wahrscheinlich etwas gehoben, und das um so mehr, je näher sich die Erde ihrem Fixstern und ihrem Trabanten befindet. Die hiedurch hervorgebrachte, zwar immer fortdauernde Luftbewegung, mufs indessen äufserst geringe sein, und wird durch die andern stärker wirkenden Ursachen zu 0. Etwas Luftbewegung mufs auch schon Ebbe und Fluth des Meerwassers nach sich ziehen, indem die Fluth etwas Luft aus der Stelle treibt und umgekehrt.

e) Noch ist zu bemerken, dafs die Luft in einer beträchtlichen Höhe der Atmosphäre einem gröfsern Raume, als nahe an der Erde in einer gegebenen Zeit von Westen nach Osten durchlaufen mufs, welches zum Theil auf die Ansicht der obern Wolkenzüge, als auch auf die Richtung, der sich senkenden oder steigenden Luftschichten einigen Einflufs haben mufs. Ie mehrere von diesen Ursachen nun auf einen Punkt hinwirken, um so stärker wird der Wind sein, der im Gegentheile durch das Gegeneinanderwirken mehrerer Ursachen geschwächt werden mufs.

II. Zu den seltener wirkenden Ursachen der Luftbewegungen zählt Lampadius:

a) Das Ausströmen electrischer Materie aus den Wolken, oder aus einer Luftschicht in die andere.

b) Die durch das Anziehen der Wolken hervorgebrachte Luftbewegung, indem nämlich die Wolken unter diesen Umständen Luft mit sich fortbewegen.

c) Ausdehnungen und Zusammenziehen in der Luft, durch Erdfeuer, grofse Feuersbrünste, Vulkane, u. s. w. erregt.

d) Fortreifsen der Luft durch fallende Schneelavinen, einstürzende Berge, Wasserfälle.

e) Schnelles Schmelzen des Schnees überhaupt, und des Treibeises in den Meeren.

f) Entwickelungen von Gasarten, aus der Erde und Meeren; als aus den Aeo ushölen, aus den chinesischen und japanischen Meeren, und aus den Cratern der Vulkane.

g) Absorbtionen der Lebensluft in der Erde, wie man z. B. die Dampfsäulen der Vulkane zuweilen einige Tage vor dem Ausbruche verschwinden sieht. Diese Erscheinung läfst nach L. allerdings ein Einsaugen der Luft vermuthen.

h) Die Richtung der Winde, wird endlich noch beträchtlich durch die Gebirgsreihen abgeändert; Einzelne Berge und Wälder haben geringen Einflufs oder doch nur auf eine kurze Distanz. Die grofsen Gebirgsreihen aber dienen manchen Ländern als Vormauern, gegen schädliche Winde.

i) Plötzliches Anwachsen der Flüsse in heifsen Ländern, z. B. die Ueberschwemmung des Nils in Aegypten) kann auch durch Abkühlung Schuld an der Luftbewegung sein.

Die Beschaffenheit eines Windes, sagt **Lampadius**, rührt nun gröfstentheils von den Bestandtheilen her, welche noch aufser der Lebensluft und Stickluft in der sich bewegenden Luft enthalten sind. Der Wind fällt uns, wegen seiner Eigenschaften auf, wenn in der uns zugeführten Luft, gewisse gewöhnliche Bestandtheile fehlen, oder im Ueberflufs vorhanden sind. Dahin gehören: **kalte Winde** in Süden aus Norden; **heifse Winde** aus Süden in Norden; **feuchte Winde** in trocknen Ländern, wenn die Luft vom Meere mit Wasserdunst überladen, hergeführt wird; **trockne Winde** in Teutschland, wenn die wasserdampfarme Luft aus Asien und Osteuropa zu uns fliefst; **erschlaffende Winde**, wovon die herbeigeführte Luft Ueberflufs an Wärme und Wasserdampf, aber Mangel an electrischer Materie besitzt. **Sand und Schneestürme**, wenn die Luft mechanisch, Sand oder Schnee mit sich fortreifst. In Aegypten führen die Seewinde Salztheile mit, welche sie an manchen Körper am Lande absetzen. Ie stärker nun ein mit dergleichen Eigenschaften begabter Luftstrom auf uns getrieben wird, um so lebhafter empfinden wir seine Wirkung.

2) **Windzeiger, Anemoskop, Plagoskop.** (*Aremoscopium Anemoscope.*) So nennt man ein die Richtung des Windes zeigendes Instrument. Das gewöhnlichste und einfachste Anemoskop, ist die sogenannte **Wetterfahne**, (*Girouette*) auf den Dächern oder Thürmen. Wenn man aber die Richtung des Windes genauer, als dies durch die gewöhnliche Einrichtung der Wetterfahne möglich ist, und zwar mit Bequemlichkeit im Zimmer beobachten will, so kann man die Wetterfahne, welche sonst um die Axe beweglich ist, an dieser fest machen, und mit der Axe zugleich umdrehen lassen. Geht alsdenn die Axe bis zu der Decke des Zimmers, worin man die Richtung des Windes beobachten will, so kann an dem Ende derselben ein Weiser angebracht werden, welcher über einer an der Decke gemachten Windrose beweglich ist, und mit Umdrehung der Fahne stets zeigt, nach welcher Gegend der Wind gerichtet ist. Wollte man indessen bequemer diese Beobachtungen an der vertikalen Wand des Zimmers wahrnehmen, so dürfte nur an der Axe der Fahne, ein Getriebe angebracht sein, welches in ein Kammrad, dessen Axe horizontal liegt, eingriffe; befände sich alsdenn an der Axe des Kammrades, wie vorhin, ein Weiser, so könnte dieser nach gehöriger Stellung die Richtung des Windes über einer Windrose zu jeder Zeit anzeigen. Dergleichen Windzeiger beschreiben *Casatus* (In mechanica lib. 5. cap. 9. p. 568 m. f.); *Ozanam* (Recréations mathematiques T. II.); *Kircher*, der noch eine kleine Statue hinzusetzt, welche durch einen verborgenen Magnet vom Zeiger herumgeführt wird, und die Richtung des Windes mit einem Stäbchen zeiget; und *Leupold* (Theatrum aerostat. s. theat. static. univers, P. III. c. x.) welcher letztere besonders verschiedene Abänderungen, dieses Instruments unter dem Nahmen der **Plageskope** angegeben hat, worunter die merkwürdigste eine kleine por-

tative Windfahne, auf einen Compaſs gesetzt, ist, die man allenthalben aufstellen kann, um die Abweichung des Windes von der Richtung der Magnetnadel zu bemerken.

Man hat auch andern Instrumenten, aber uneigentlich, den Nahmen Anemoskop gegeben. So benennte man das sonst bekannte, sogenannte Wettermännchen des *Otto von Guerike* (*Experimenta nova de vacuo spatio* L. III. c. 20) Anemoskop, welches seiner Beschaffenheit nach, ein noch unvollkommenes Barometer war. *Otto v. Guerike* beschreibt dieses nämlich als eine gläserne oben verschlossene Röhre, welche in einer Flüssigkeit eingetaucht ist, und worin durch den Druck der äuſsern Luft, die Flüssigkeit bald höher bald niedriger erhalten wird. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt eine Figur, die auf einer Skale, Grade des Fallens und Steigens, mit einem Finger anzeigt.

Einige verstehen sogar unter dem Nahmen Anemoskop, das Hygrometer, als z. B. *Stone*; nach *Brisson*, *Dict. de Phys.*)

Windmesser, Anemometer, *Anemometrum*, *Anemometre*. Unter diesem Nahmen versteht man eigene Vorrichtungen, die Richtung, Stärke und Geschwindigkeit des Windes zu messen. Man hat eine Menge von Einrichtungen dieser Werkzeuge in Vorschlag gebracht, aber noch keine einzige hat der Absicht, die man dadurch zu erreichen glaubte, Genüge gethan.

Es lassen sich die vorgeschlagenen Instrumente dieser Art, auf zwei Klassen bringen, deren erste eine Maschine, durch Windflügel umtreiben läſst, die zweite aber den Windstoſs mit einer ebenen Fläche auffängt, um seine Stärke und Geschwindigkeit, aus dem Winkel zu bestimmen, um den diese Fläche gehoben, oder aus der vertikalen Stellung gebracht wird.

Ein Anemometer von der ersten Klasse, beschreibt Wolf (*Elementa aerometr.* 1709 *prop.* 109.) Es besteht dieses aus einer Welle, mit 4 kleinen Windflügeln. Diese Welle ist mit einigen Schraubengängen versehen, welche als Schraube ohne Ende in ein Stirnrad eingreifen. Mit der Axe dieses Stirnrades ist der Arm eines Hebels rechtwinklich verbunden, und am Ende desselben ein Gewicht angebracht. Wenn gar kein Wind geht, so steht dieser Arm vertikal herabwärts; beim Umlaufe des Flügels aber wird er mit der Axe des Rades umgedreht, und das Gewicht gehoben. Weil nun auf solche Art auch das Moment des Gewichts wächst, so kann es jeder Windstoſs nur auf eine gewisse Höhe heben. Wenn aber die Stärke des Windstoſses nachläſst, so bleibt das Gewicht stehen, weil das Stirnrad die Schraube ohne Ende nicht zurückdrehen kann. Erfolgt ein noch stärkerer Windstoſs, so drehet dieser das Rad noch ein wenig fort, und hebt dadurch den Hebelarm mit dem Gewichte noch etwas weiter. Zuletzt zeigt also das Instrument die Wirkung des stärksten Windstoſses an, welcher während der Zeit seiner Ausſetzung in den Wind die Flügel getroffen hat. Die Gröſse dieser Wirkung wird durch einen Winkel bestimmt, den ein Zeiger an der Achse des Stirnrades, an einem in Grade getheilten Quadranten angiebt. Die eigentliche Stärke und Geschwindigkeit des Windstoſses aber müſste erst aus der Einrichtung der ganzen Maschine berechnet werden; aber hiezu ist bis jetzt noch keine Methode, der Taxirung des Windstoſses auf die Windflügel klar genug. Ueberdem würde dies Anemometer blos dazu dienen, die Stärke der heftigsten Windstöſse zu beurtheilen, und dennoch ist es auch oft interessant, die mittlere Geschwindigkeit des Windes während einer oder einiger Stunden zu wissen, die aber an diesem Instrumente nicht bemerkt werden kann.

Leupold hat (in s. *Theatr. machin. gener.* §. 347. S. 141, und *Theatr. aërostat. cap.* X. §. 501 und f.) das Wolf'sche Anemometer ebenfalls, nebst verschiedenen andern Einrichtungen beschrieben, die aber alle der Absicht kein Genüge leisten.

Wenn man eine kleine, mit Windflügeln versehene Maschine so einrichtet, daſs ein mäſsiger Wind das Rad schon in Umlauf bringt, und daſs sich die Umläufe des Rades leicht zählen lassen, oder sich auch selbst durch einen Zeiger zählen, so giebt diese Einrichtung, die Veränderungen der Geschwindigkeit an, weil das Rad bei schnellerm Winde, in gleicher Zeit mehr Umläufe macht. So ist das Anemometer des Herrn Ons-en-bray (*Memoir. de l'Academ. à Paris.* 1734. p. 123,) eingerichtet, welches aber durch viele angebrachte Künsteleien sehr zusammengesetzt ist. Diese Einrichtung zeigt nicht bloſs dem Beobachter die Richtung und Geschwindigkeit des Windes durch die Anzahl der Umläufe, sondern bemerkt dieselben auch in Abwesenheit desselben auf einem Papiere, auf dem man nach 24 Stunden sieht, was für Winde, in den verschiedenen Stunden gewehet haben, und wie sich ihre Geschwindigkeit verändert hat. Die ganze Maschine steht im Zimmer, und wird durch ein auf dem Dache befindliches horizontales Windrad gedrehet. Die Einrichtung einer solchen Maschine, scheint jedoch ihren ersten Ursprung, nicht eigentlich einem Franzosen zu verdanken, da schon vorher Leupold eines ähnlichen Instruments erwähnt, das der Hofjuwelier Dinglinger in Dresden, in seinem Hause habe aufstellen lassen.

Schober (Versuche über die Stärke des Windstoſses, im Hamb. Magazin B. IX. St. 2. u. 3.) gebrauchte eine kleine Maschine mit Windflügeln, an die eine Glocke so angebracht war, daſs sie jede 6 Umläufe eines Rades, durch einen Schlag andeutete. So lieſs sich durch Zählung der Schläge, in einer Minute die mittlere Geschwindigkeit der Flügel erfahren. Um daraus auf die Geschwindigkeit des Windes zu schlieſsen, wäre es bequem die Einrichtung so zu treffen, daſs der Schwerpunkt der Flügel, eben so geschwind im Kreiſse umlaufen müſste, als der Wind selbst fortgeht. Dieses suchte Schober auch eigentlich durch Versuche auszumitteln, und er glaubt gefunden zu haben, daſs man diese Absicht erreiche, wenn die Stellung der Flügel mit der Umlaufsachse, einen Winkel von 52° macht.

Eine bequemere und einfachere Einrichtung, besitzen die Anemometer der zweiten Klasse, von denen das erste, ohne Benennung des Erfinders in den Philosoph. *Transact.* (*N.* 24. p. 444) vorkommt. In der Figur 5. Taf. XVI. sieht man die ganze Einrichtung deutlich. In dem Winkelpunkte eines in Grade getheilten Quadranten ist ein Stab, dessen Ende eine ebene Fläche trägt, gegen welche der Wind stöſst, beweglich. Bei völliger Windstille hängt dieser Stab mit der ebenen Fläche vertikal; beim entstehenden Winde aber, wird diese Fläche aus der vertikalen Lage gebracht und erhoben. Aus dem Winkel, den sie durchläuft, läſst sich alsdann die Stärke und Geschwindigkeit des Windes bestimmen. Weil sich diese Fläche, die der Wind heben soll, alle Mal seiner Richtung entgegen kehren muſs, so hat man nachher am obern Theile der Spindel eine überwiegend groſse Wetterfahne angebracht, welche der Wind selbst herumdreht, und dadurch dem ganzen Instrumente die gehörige Stellung giebt. Ein solches Instrument, giebt durch den Grad, auf den es gehoben wird, die Stärke des Windes für diesen Augenblick an, und muſs entweder sogleich beobachtet werden, oder durch einen Sperrhacken, der es nicht wieder zurückfallen läſst, an der höchsten Stelle fest gehalten werden. Im letztern Falle, kann ein stärkerer Windstoſs die Fläche noch höher heben, und es zeigt also am Ende bloſs

die Wirkung des stärksten Stofses an, von dem es während der Zeit seiner Aussetzung an den Wind getroffen worden ist.

Der Herr von *Dalberg* schlägt (*Anemometre proposé aux amateurs de Meteorologie* à Erfurt 1781.) anstatt der Figur 5. vorgestellten Fläche, einen grofsen Schirm von Eisenblech vor, der durch die Fahne dem Winde immer entgegen gehalten wird. Dieser Schirm bewegt sich unten in Angeln, und oben wird er durch einen Drath, der über eine an der Spindel befindliche Rolle hinunter in das Zimmer des Beobachters geht, und ein Gewicht trägt, gegen die Spindel zurück gehalten. Wenn der Windstofs ankommt, tritt der Schirm nach Verhältnifs der Stärke des Stofses weiter oder weniger aus der vertitalen Stellung, und hebt dadurch das Gewicht im Zimmer. Dies Gewicht befindet sich an einem Hebel, durch dessen Einrichtung, die Stärke des Windstofses angegeben wird; auch kann zu einer gleichen Absicht, eine Waage mit einer Spiralfeder angegeben werden. Dieser Windmesser ist zugleich mit einem Windzeiger, und einer Vorrichtung zu Bestimmung der Neigung des Windes gegen den Horizont verbunden, welche beide im Zimmer beobachtet werden können.

Herr Oertel giebt (Gothaisches Magaz. f. d. Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. VI. St. 9. S. 89. u. f.) Anweisung zur Einrichtung eines solchen Anemometers. Eine Fahne (Fig. 6. Taf. XVI.) besitzt auf der stählernen konischen Spitze des eisernen Stabes innerhalb des Rohres c, welches oben bei a mit einer dichten Platte von gegossenem Zinn und Kupfer geschlossen ist. Unter der Fahne ist an das Rohr c ein horizontaler Stab befestigt, der mit zwei Lappen e und k von eben dieser Composition zusammengesetzt ist, in welchem sich die Horizontalfahne d mit konischen Spitzen, ohne grofse Friktion auf und nieder bewegen kann. Diese Angelpunkte e und k müssen durch ein leichtes Blech, vor dem Regen geschützt werden. Weiter unten wird ein Quadrant von Mefsing angebracht, der um den Mittelpunkt der Linie k e beschrieben ist, und bei g durch ein Loch der Fahne geräumig durchgeht. Jedes Quadrat dieses Quadranten formirt einen Einschnitt, worin ein an der innern Seite der Fahne d befindlicher Sperrkegel fallen, und sie unter jedem Winkel, den ihr die Stärke des Windes giebt, festhalten mufs. Da dieser Sperrkegel nur eine sanfte Feder nöthig hat, so kann die daher entstandene Friktion, weiter nicht in Betrachtung gezogen werden. So bleibt nun die Horizontalfahne unter dem Winkel, den ihr der stärkste Windstofs gegeben hat, so lange stehen, bis sie der Beobachter, durch Aufhebung des Sperrkegels, wieder in die horizontale Stellung bringt. Um nun solchen Einrichtungen, eine durchgängige Gleichförmigkeit zu geben, schlägt Oertel vor, man soll sich über das Gewicht der Fahne, und über die Kräfte, welche nöthig sind, sie in der ersten senkrechten Richtung zu bewegen, und in der gröfstmöglichen Höhe zu erhalten, als überall gemein bestimmte Normalgewichte, vergleichen. Dann zeigt er noch Mittel, der Fahne vermittelst eines Gegengewichtes f dieses Normalgewicht genau zu geben, und durch eine ähnliche Vorrichtung den Winkel des Windes, mit der Horizontalfläche zu messen.

Kästner billigt (Gothaisches Magaz. für das Neueste aus der Physik etc. B. VI. St. 3. S. 84. und f.) diese Gedanken, bemerkt aber, dafs es wohl besser sein möchte, statt der vorgeschlagenen Normalgröfse das Gewicht, das der Wind an jedem Instrumente dieser Art würklich erhält, jedes Mal durch Rechnung zu bestimmen, wozu er folgende Formeln mittheilt. Es sei (Fig. 7. Taf. XVI.) a c die Stange, b d ein Durchschnitt der Horizontalfahne oder des Blechs, dessen Schwerpunkt in e, sein Gewicht = q, der Winkel c b d, auf welchen es der Wind hebt = φ, so wird sich das im Schwerpunkte nach e h treibende Gewicht q in zwei Kräfte zer-

legen lassen, die eine nach c d, welche durch die Festigkeit der Stange und des Blechs aufgehalten wird, die andere nach e g, welche das Blech um b zu drehen strebt. Diese letztere wird vom Winde erhalten, und ist = q. sin. a. Wenn man nun die Stärke des Windes nach dieser Kraft vergleichen will, so wird ein Windstofs, welcher das Blech vom Gewichte q um den Winkel a erhob, ein anderes vom Gewichte p. um den Winkel b erheben, dessen Sinus = $\frac{q \sin a}{p}$ ist. So bald dieser Werth = 1 wird, bringt der Wind das Blech, in eine völlig horizontale Lage, und wenn er > 1 ist, so hebt er es noch höher, trifft nun seine andere Seite, stöfst es also wieder herab, so dafs es flattert. Hätte man z. B. beobachtet, ein sehr schwacher Wind, hebe ein Blech von 1 Pfund auf 300, wobei q. sin. a. = 1/2 wäre, so dürfte man keines von 1/2 Pfund nehmen, weil dieses von einem nur wenig stärkern Winde flattern würde. Um aber die Geschwindigkeit des Windes zu bestimmen, mufs die Theorie des schiefen Stofses zu Hülfe genommen werden.

Mit einem solchen Windmesser, der aus einer vom Winde gehobenen Platte besteht, verbindet Herrmann (Mechanischer verbesserter Wind-Regen- und Trockenheitsbeobachter, Freiburg und Annab. 1789. 8.) eine Vorrichtung durch welche selbst in des Beobachters Abwesenheit, mittelst einiger in gewisse Fächer geworfener Würfel, 24 Stunden lang, von Zeit zu Zeit, die Stärke des Windes nach 4 verschiedenen Graden bemerkt wird. Alle 1/4 Stunde zum B. fällt ein Würfel aus, und legt sich in das Fach, welches der Wind seiner verschiedenen Stärke nach, gerade in diesem Augenblicke vor die Oeffnung bringt. Auf den Würfol ist die Viertelstunde um die er herausfiel u. s. w.

Eine Art von Windmesser, die immer noch eine der besten bleibt, beschreibt *Bouguer* (*Manoeuvre des vaisseaux p.* 151.) Sie besteht aus einem Bleche von 1 Quadratfufs Fläche, die dem Winde senkrecht entgegen gehalten wird. Der Wind treibt dies Blech mit einem mitten daran befestigten Stiele, in eine Art von Futteral hinein, an dessen Boden eine Spiralfeder entgegen drückt. Ein stärkerer Wind treibt also den Stiel tiefer hinein, als ein schwächerer, und durch einen Sperrkegel wird der Stiel festgehalten, so dafs er nicht wieder zurück kann. So läfst es sich beobachten, wie tief der Wind ihn hinein getrieben hat, und versuchen, wie viel man Gewicht braucht, ihn eben so weit hinein zu treiben.

Nach *Luz* beobachtet man die Stärke des Windes, auch an den Bäumen. Beim ersten Grade werden allein die Blätter; beim zweiten die kleinern Zweige; beim dritten die gröfsern Aeste bewegt. Der Sturm, als der vierte Grad, reifst starke Bäume nieder. *Lampadius* fand es zweckmäfsig, die Stärke und Richtung des Windes, an Körpern von verschiedenen specifischen Gewichte, die an einerlei Fäden aufgehängt werden, zu beobachten. Wenn die Korkkugel an ihrem Faden schon auf 30 bis 40 Grad von der senkrechten Linie abgetrieben wird, so hängt eine eben so grofse Bleikugel noch unbeweglich.

Man hatte auch die Idee, die Stärke des Windes, durch den Ton von Pfeifen oder Saiten zu bemerken. Eine solche Windpfeife beschreibt *Leupold* (*Theatrum aerostatic*), die bei stärkerm Winde einen höhern Ton angiebt.

Electricität der Luft.

Die erste Veranlassung zur Untersuchung der Electricität der Luft gab die Entdeckung der Gewitterelectricität. 1)

1) Von dem Blitze, Wetterstral (*fulmen*, *eclair*, *foudre*), derjenigen Lufterscheinung, die man gewöhnlich bei den Gewittern, als eine schnelle und gleich vorübergehende Erleuchtung wahrnimmt, hatten die Alten sehr abergläubische Meinungen, indem man wähnte, daſs die Götter die Blitze selbst schmiedeten, und wenn sie zornig wären, auf die Menschen hinab schleuderten. Nachdem man von diesen krassen Ideen zurückgekommen war, hielt man den Blitz für eine Entzündung, in der Luft schwebender, schweflichter Dünste, welche durch Reiben an einander die schnelle Erleuchtung verursachten. Selbst Musschenbroek scheint (*Introduct. ad Philosoph. natural.* §. 2522. *sqq.*) noch dieser Meinung ergeben zu sein, indem er verschiedene Arten des Blitzes unterscheidet. Einige lieſs er aus der Erde hervorbrechen, welche aus einer unter der Erde entzündeten, schweflichten Masse entstehen sollten, andere aber lieſs er vom Himmel herab kommen, die aus brennbarem Stoff bestehen sollten. Erst im 18ten Iahrhundert kam man darauf, daſs der Blitz vom electrischen Funken, nur in Ansehung der Stärke verschieden sei.

D. *Wall* bemerkt (*Philosoph. Transact. Vol. XXV. for.* 1708 *n.* 314.); das Licht und Knistern des geriebenen Bernstein, scheint einigermassen Blitz und Donner vorzustellen. Als im Iahre 1733 von *du Fay* die electrischen Funken entdeckt wurden, kam *Gray* auf den Gedanken, daſs das electrische Licht und Feuer, die Natur des Donners und Blitzes haben. (Gralaths Geschichte der Electricität; Versuche und Abhandlung der Naturforsch. Gesellschaft zu Danzig, Th. III, Danzig und Leipzig 1756, S. 528. *Philosoph. Transact. No.* 436. *art.* V.)

Abt Nollet geht noch weiter und sagt (*Leçons de Physique Paris* 1744, Vol. IV. S. 34; in der Uebersetzung Th. IV. Erf. 1751, 8, S. 730 f.) „Sollte sich Jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erscheinungen versehene Vergleichung zu erweisen, daſs der Donner unter den Händen der Natur eben das sei, was die Electricität unter den unsrigen ist, daſs diese Wunder, mit denen wir jetzt nach unserm eigenen Gutdünken schalten, kleine Nachahmungen von den starken Wirkungen sind, die uns so erschrecken, und daſs alles von einerlei Mechanismus herrühre: sollte man ferner zeigen, daſs eine durch die Wirksamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermischung der Dünste u. s. w. zubereitete Wolke, wenn sie einem irdischen Objecte gerade entgegen steht, eben das sei, was der electrische Körper bei der Gegenwart und einer gewissen Annäherung desjenigen ist, den man noch nicht electrisirt hat; so gestehe ich, daſs mir diese Meinung, wenn sie mit guten Gründen unterstützt sein sollte, ungemein wohlgefallen würde, wie viel scheinbare Beweise stellen sich nicht einem Manne dar, der eine vollkommene Erfahrung in der Electricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart der electrischen Materie, ihre schnelle Wirksamkeit, ihre Brennbarkeit, und ihre Kraft andere Materien zu entzünden; die Eigenschaften; welche sie hat, die Körper äuſserlich und innerlich, bis auf ihre kleinsten Theile zu erschüttern, das ganz sonderbare Beispiel, welches wir von dieser Wirksam-

Diese machten zuerst *Winkler*, im Jahre 1746 (Von der Stärke der electrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäfsen. Leipzig 1746 8.) und *Franklin*

keit, an den Leidenschen Experimenten haben; die Vorstellung, die man sich billig davon machen kann, indem man dabei einen gröfsern Grad der electrischen Kraft voraussetzt, und noch Anderes mehr: alle diese Stücke, die ich seit einiger Zeit in genauere Ueberlegung gezogen habe, bewegen mich nach und nach zu glauben, dafs man sich von dem Donner und Blitze, wenn die Electricität zum Muster genommen wird, weit richtigere und wahrscheinlichere Vorstellungen machen könne, als von allem dem, was man sich bisher eingebildet habe." Diese Muthmafsung über die Aehnlichkeit des Blitzes, mit dem electrischen Funken, ward im Jahre 1746 von Winkler in Leipzig zuerst als eine unläugbare Wahrheit sehr überzeugend bewiesen, ob man gleich sonst Franklin für den ersten angiebt, der die Uebereinstimmung des Blitzes, mit dem electrischen Funken entdeckt habe. Aber eine Schrift (von der Stärke der electrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäfsen, Leipzig 1746 8.) worin sich ein eigenes Kapitel befindet; ob Schlag und Funken der verstärkten Electricität, für eine Art des Blitzes und Donners zu halten sind? worin die Frage bejahet, und der einzige Unterschied in die Stärke gesetzt wird, ist ein hinlänglicher Beweis, dafs Winkler der erste Urheber dieser Entdeckung ist. Er selbst führt in einem Programm (*De avertendi fulminis artificio*, *Lipsiae* 1753) an, dafs vor ihm noch Niemand behauptet habe, dafs der Blitz und der electrische Funken völlig übereinstimmen. Indessen läfst es sich nicht läugnen, dafs *Franklin* in Philadelphia die Identität beider noch viel bündiger dargelegt habe. Nachdem er sich nämlich durch sehr viele Versuche überzeugt hatte, dafs spitzige Körper die Electricität, von electrisirten Körpern weit mehr und in einer gröfsern Entfernung annähmen, als abgestumpfte, so kam er auf den genialischen Gedanken, durch metallene Spitzen, den Blitz aus der Luft auf die Erde herab zu leiten. In seinen Briefen (*New experim. and observat. on electricity in several lettres to Mr. Collinson, by Benjamin Franklin, Lond.* 1751, 4. Franklins Briefe von der Electricität, übersetzt von Wilke, Leipzig 1758, 8. S. 50. ff.) warnt er zuerst seine Leser, sich nicht wegen des grofsen Unterschieds der Wirkungen des Blitzes und des electrischen Funkens irre machen zu lassen, nachher zeigt er die Aehnlichkeit des Blitzes, mit der Electricität umständlich. Er bemerkt nämlich, dafs die Blitze in der Luft wellenförmig laufen, welches auch bei dem electrischen Funken Statt finde, wenn er aus einem irregulären Körper in einiger Entfernung heraus gelockt werde; Blitze träfen die höchsten und spitzigsten Gegenstände auf ihrem Wege weit eher, als andere, wie z. B. Thürme, Bäume, Schiffsmasten u. s. w., aber auch das electrische Fluidum, werde von spitzen Leitern weit schneller aufgenommen, und ströme auch aus denselben weit eher, als von denen, die sich in eine breite Oberfläche enden; ferner ergreifen beide, der Blitz und die Electricität die besten Leiter, sengen und brennen, schmelzen Metalle, durchlöchern feste Körper, tödten Menschen und Thiere, machen sie blind, benehmen den Magneten ihre Kräfte, oder verändern ihre Pole. Einen vollkommenen sinnlich demonstrativen Beweis, von der Gleichheit des Blitzes, und des electrischen Feuers, gab er endlich dadurch, dafs er, wie gleich im Texte ausführlich gezeigt werden wird, den Blitz zur Erde leitete und zeigte, dafs der Blitzleitende Körper, sich eben so wie der Electricitätleitende verhielt.

lin im Iahre 1747 *New experiments and observat. on electricity in severat lettres to Mr. Collinson, by Benjamin Franklin London* 1751 4. *Franklins* Briefe von der Electricität, übersetzt von Wilke, Leipzig 1758 8. S. 50 ff.) (*Recueil des memoires sur l'analogie de l'Electricité et du Magnetisme par van Swinden. T. II. à lattaye MDCCLXXXV. p.* 130.

Um die Gleichheit des elektrischen Funkens und des Blitzes zu beweisen, nahm *Franklin* zwei Stäbe, die er kreuzweis miteinander verband, darüber ein seidenes Tuch breitete, und dann den Apparat mit einer eisernen Spitze und einer hanfenen Schnur nebst daran befestigtem Schlüssel versah; das Ende dieser Schnur war von Seide, um die elektrische Kraft von dem Schlüssel nicht weiter fortzuleiten. Diesen Apparat liefs er zur Zeit eines Gewitters in die Luft steigen, und bemerkte erst nach langer Zeit an dem Schlüssel einen Funken, den er immer häufiger und stärker beobachtete, als die hanfene Schnur nafs, und also ein besserer Leiter war. Nach diesen seinen Erwartungen so ganz entsprechenden Erfahrungen richtete er eine eiserne isolirte Stange auf, um den Blitz in sein Haus herabzuleiten, und so nach seiner Bequemlichkeit Versuche anstellen zu können. 1) Damit er nun keine Gelegenheit verabsäumen möchte, so befestigte

1) Dieser Apparat gab dem Dr. *Franklin* die erste Idee zu einem Blitzableiter. Unter diesem Blitzableiter oder Wetterableiter (*Conductor fulminis, Conducteur de la foudre*) versteht man eine solche Vorrichtung an den Gebäuden, durch die der sie etwa treffende Blitz abgeleitet, und folglich die verheerende Wirkung desselben von ihnen abgewandt wird. Er schlug zu dem Ende vor, auf die höchsten Theile der Gebäude aufrecht stehende eiserne Stangen zu befestigen, welche eine nadelscharfe Spitze besäfsen, und des Rostens wegen vergoldet werden müfsten; vom untern Ende der eisernen Stange müsse alsdann von aufsen an dem Gebäude ein metallener Drath bis in die Erde herunter geführt werden. Ueberhaupt gründete er die Theorie der Blitzableiter auf den Satz, dafs eine ununterbrochene metallische Leitung von hinreichender Stärke, den Blitz ohne Beschädigung anderer Körper, bis an ihr Ende hinabführe. Die Richtigkeit dieser Behauptung hat sich durch alle Erfahrungen über diesen Gegenstand, deren unzählige sind, bestätigt, und ist schon längst vor Franklin beobachtet worden, wie *Reimarus* (Vom Blitze, Hamburg 1778 8. Th. II.; von der beschützenden Leitung durch Metalle) verschiedentlich anführt. Bei dem Herabfahren des Blitzes bleibt selbst das Metall, wenn es von hinlänglicher Stärke ist, unbeschädigt; nur alsdann verheert und zerschmettert der Blitz, wenn entweder die Metalleitung gar zu dünn ist, da er sie alsdann gleich glühend macht und zersprengt, oder wenn er von dem einen Metalle zu dem andern durch Nichtleiter oder schlechte Leiter, als Stein, Holz u. s. w. übergeht, indem er alsdann gewaltsam durchbricht; hingegen folgt er der metallischen Leitung alle Mal, wenn es auch durch Umwege geschehen sollte, sobald in diesem letztern Falle, keine nähere vollkommene Leiter anzutreffen sind, durch welche er sonst, als auf dem kürzesten Wege gehen würde. Das Ziel, das er zuletzt zu erreichen sucht, ist alle Mal die feuchte Erde, oder das Wasser, wo er denn seine verheerende Kraft, indem er sich zerstreut, ganz verliert. Hieraus folgt, dafs ein Gebäude vom Blitz unbeschädigt bleiben wird, wenn er an demselben vom ersten Anfall an, bis zur feuchten Erde, oder noch besser bis zum fliefsenden Wasser eine Metallleitung findet. Diesen Gesetzen gemäfs wird es nun leicht zu beurtheilen sein, wie man ein Gebäude durch einen Ableiter gegen den Blitz schützen könne. Es mufs nämlich 1) die Metallleitung von dem Blitze zuerst getroffen, und diese Leitung ununterbrochen bis zur Erde oder ins fliefsende Wasser fortgeführt werden. Franklins Vorschlag wurde von den Amerikanern bald

er an der Stange zwei Glöckchen, welche ihm durchs Geläute die Electrisirung der Stange andeuteten. Als er sich durch diese Versuche von der Gleichheit des Blitzes und des elektrischen künstlich hervorgebrachten Funkens völlig überzeugt hatte, so war es ihm auch darum zu thun, zu wissen, ob die Gewitter-

ausgeführt. In Teutschland war Winkler (*de avertendi fulminis artificio*) der erste, der zu Abhaltung des Blitzes von den Gebäuden Vorschläge that. Auf sein Anrathen sollte man eine isolirte Stange auf dem Gipfel des Gebäudes errichten, und mit dieser eine lange Kette, oder einen drei Linien dicken Drath verbinden, der in der freien Luft von dem Gebäude entfernt gezogen, und an einem Pfahl in der Erde befestigt würde. Der erste Blitzableiter, der in Teutschland angelegt worden, ist, so viel uns bekannt, der in Mähren im Iahr 1754 errichtete (*Musschenbroek introd. ad philosoph. natur. JJ.* §. 2543) Gewisse Vorurtheile, als z. B., daſs der Blitzableiter den Blitz herbeilocke, daſs er durch Verhinderung der sonst durch den Blitz in der Atmosphäre hervorgebrachten Explosionen Schuld daran sei, daſs dieselbe weniger gereinigt werde u. dergl. die auch bis auf den heutigen Tag noch hie und da Statt finden, haben die allgemeine Einführung der Blitzableiter in Teutschland sehr verzögert.

Ueber die beste Einrichtung der Blitzableiter hat man eine Zeitlang viel gestritten. Einige Physiker, deren Haupt Wilson war, behaupteten, daſs diejenigen Ableiter die besten Dienste thäten, welche einen Knopf oder ein stumpfes Ende hätten. Wilson glaubte nämlich, daſs die zugespitzten Ableiter den Blitz herbei lockten, eine solche verheerende Materie aber, als die woraus der Blitz besteht, nicht herbei gezogen, sondern vielmehr durch geschickte Leiter weggeführt werden müſste. Dieser Streit wurde im Iahre 1777 noch lebhafter, indem am 15ten Mai dieses Iahrs in das mit spitzigen Ableitern versehene Schiffsmagazin zu *Purfleet*, 46 Schuh weit von der Spitze eines Ableiters der Blitz eingeschlagen hatte, ohne indessen weitern Schaden zu thun. Dieser Vorfall veranlaſste, daſs eine Menge von Versuchen, die Streitfrage zu entscheiden, angestellt wurden. *Wilson's* bei dieser Gelegenheit gemachte Versuche waren die kostbarsten und prächtigsten, die je mit der Electricität angestellt sind. Er hatte das ganze Londonsche Pantheon gleichsam mit einem metallenen Donnerwetter angefüllt, welches in ein kleines Haus einschlagen muſste. War dieses Haus mit einem spitzigen Ableiter versehen, und dem geladenen Apparate plötzlich genähert, so bekam die Spitze in einer Entfernung von 5 Zoll einen Schlag, und der ganze Apparat ward dadurch entladen; wurde aber ein Knopf auf die Spitze gesetzt, so erhielt das Haus keinen Schlag. Aus diesen und noch einigen andern Versuchen schloſs er, daſs die spitzen Ableiter, in einer weit gröſsern Entfernung vom Blitze getroffen werden, als die Kugeln. Edward Nairne (*Philosoph. Transact.* LXVII p 239 sqq.) übersetzt in den Leipziger Samml. zur Physik und Naturgesch B II. St. 4. S. 458. u. f) stellte dagegen in einem kleinen Zimmer eine Reihe anderer Versuche mit der gröſsten Genauigkeit an, welche ganz zum Vortheile der zugespitzten Ableiter ausfielen. Schon Franklin glaubte aus dem electrischen Versuche mit metallenen Spitzen, welche die Electricität allmählig und ohne Schlag ableiten, daſs die spitzen Ableiter die Electricität der Wolken entkräften, und nach und nach ohne Schlag dieselbe gänzlich wegnehmen würden. Auch sonst hat man häufig behauptet, daſs die Gebäude, die mit zugespitzten metallenen Leitern versehen wären, selten oder gar nicht vom Wetterstrahle getroffen würden.

Die neueren Erfahrungen über das Einschlagen des Blitzes haben gelehrt, daſs die Wetterstange das Gebäude höchstens auf eine Weite von 40 bis 60 Fuſs schütze. Beispiele von solchen Gebäuden, welche der Ableiter nicht sicherte, sind die Kirche zu Genua, (Leipziger Samml. zur Physik und Naturg, B. II. S 588) das Arbeitshaus zu Heckingham (*Philosoph. Transact.* Vol LXXII. P. 2.) das mit 8 Ableitern versehen war; und in Königshayn bei Görlitz schlug der Blitz an demselben Tage, da der Ableiter war errichtet worden, in eine 170 Fuſs davon entfernte alte Linde, (Leipziger Samml. zur Physik und Naturg B III, S 93.) auch traf am 24 Aug. 1783 am Schlosse zu Dresden der Blitz einen von der Ableitungsstange 94 Dresdner Ellen weit abstehenden Altan.

Weil der Blitz vorzüglich die oben hervorragenden Theile und Ecken der Gebäude trifft, so muſs von dem einen Ende des Dachrückens bis zum andern über den ganzen Forst weg, auch über die Schornsteine Erker, hervorragenden Altäne, und überhaupt alle Hervorragungen eine zusammenhängende Metallleitung

wolken positiv oder negativ electrisirt sind. Im Jahre 1753 am 12ten April fand er die Wolken negativ electrisirt, doch beobachtete er noch in demselben Jahre auch Wolken, welche positiv elecktrisirt waren. Ja er fand zuweilen, dafs bei einerlei Gewitter Wolken von einer Electricität in die andere übergingen. Noch

geführt werden. Hiebei ist es selbst unnöthig, eine eigene Auffangungsstange zu errichten, weil nach den Erfahrungen bei den Wetterschlägen, der Blitz alle Mal einer hinreichend starken Metalleitung folgt.

So viel man auch an den Auffangungsstangen gekünstelt hat, (*Memoir. sur les verges ou barres metalliques, destinées à garantir les édificee des effets. de la foudre, Memoires de l'Academie à Paris* 1790 *p.* 63. u. Bertholon de St. Lazare *de l'Electricité des météores T I p.* 228 *sqq.*) so ist es doch ungezweifelt gewifs, dafs sie wenig Sicherheit gewähren, und es ist daher überflüssig den Kostenaufwand zu machen. Ferner, sind die Metallstangen zur fernern Ableitung des Blitzes gegen die Erde ganz unnöthig; denn nach Versuchen leitet eine breitere Oberfläche der Metalle noch viel besser. Zur Bedeckung der Dachforsten dienen sehr gut Bleistreifen, welche man bequem an die Forstziegel anfügen, und auf dem Schornsteinrande annageln kann. Vielfältige Erfahrungen haben gelehrt, dafs sie den Blitz hinlänglich ableiten. Auch zur fernern Leitung des Blitzes, sind dergleichen Bley- oder Kupferstreifen sehr dienlich, indem sie sich mit ihren Rändern über einander auf Holz annageln lassen. Die Krampen oder hölzernen Stützen der Leiter, sind gleichfalls unnöthig. Indessen hat man sich zu hüten, dergleichen Ableiter in der Mauer oder im innern Theile des Gebäudes einzuschliefsen, weil man aus der Erfahrung weifs, dafs sie die gröfsten Verwüstungen anrichten, wo ihre Seitenexplosionen angrenzende Körper treffen. Auch mufs man alles Metall, das sich aufsen am Gebäude befindet, mit dem Ableiter in Verbindung setzen. Flach an der Mauer und vom Gipfel oder den Ecken des Daches entfernt liegende Metallstücke, werden vom Blitze nicht unmittelbar getroffen; ja wenn auch Metall nur einige wenige Fufs unter dem Gipfel des Dachs liegt, so pflegt doch noch vor der Erreichung desselben, vom Blitze der Dachrücken oder ein Schornstein beschädigt zu werden, um desto eher wird also der Blitz von dem Metall, womit der Forst bedeckt ist, ergriffen, und daran fortgeführt. Es kommt blofs auf die hervorragenden Metalle an, welche entweder der Blitz unmittelbar treffen könnte, oder welche doch so liegen, dafs der Stral sie ohne grofsen Wiederstand treffen, und durch sie eine Ableitung nach unten finden könnte. Dergleichen Metalle müssen, vorzüglich, wenn sie sich eine ziemliche Strecke noch unten ausdehnen, mit einer eigenen Ableitung bis zur Erde versehen werden, weil, wenn sie nur oben mit dem Ableiter verbunden wären, der Blitz hineingehn, und unten einen gewaltsamen Durchbruch suchen könnte. Es ist also schädlich nach Hemmers (Anleitung Wetterableiter anzulegen. Offenbach am Main 1786. 8. § 32) Angabe, die Uhr an den Kirchthürmen und die Axen der Glocken und andere in denselben anzutreffende Metalle mit dem Blitzableiter oben zu verbinden. Erstreckt sich das Metall nicht weit nach unten, so pflegt freilich der Blitz keinen Nebenweg zu nehmen, wann die Ableitung völlig zusammenhängend ist. So lehren z. B. die Erfahrungen, dafs der Blitz in Thürmen lieber einem herabgehenden dünnen Drathe folgt, als dafs er auf das weit gröfsere Metall der Glocken fahren sollte. Es mufs indessen doch immer Regel bleiben, dafs man die Ableitung von aufsen so weit als möglich von dem nicht zu dem Ableiter gehörenden Metalle zu entfernen, und sie reichlick zu machen suche. Wäre es aber nicht möglich, eine solche Entfernung vorzunehmen, wie z. B bei den Hangewerken, bei denen das Eisen der Ableitung auf dem Forste sehr nahe liegt, so hat man kein anderes Mittel, als der Ableituug einen desto gröfsern Umfang zu geben.

Sonst glaubte man, dafs man die Ableitung tief in die Erde bringen müsse, damit sich der Blitz vertheilen könne. Aber die bei vielen Wetterschlägen gemachten Erfahrungen, beweisen, dafs der Blitz, sobald die metallische Leitung aufhört, sich an der Oberfläche der Erde endigt, und nicht ein Mal in Keller und unterirrdische Höhlen dringt, und selbst unter 100 Fällen die Erde kaum 1 Mal beschädigt. Reimarus hat (in s. a. Werke) alle die Fälle, wo der Wetterstrahl tiefer eingedrungen ist, sorgfältig aufgesucht, aber gemeiniglich gefunden, dafs sie sich auf freiem Felde zugetragen haben. Die Löcher waren nie tief.

Am besten wird der Ableiter in ein ganz freies Wasser geführt, weil der Blitz sich hier am leichtesten vertheilt; indessen dient auch in Ermangelung desselben hinlänglich die Oberfläche der Erde. Be-

vor Franklin's Versuchen in Nordamerika, den Blitz aus der Luft auf die Erde herabzuleiten, wurden im Jahre 1752 in Frankreich Versuche dieser Art, ohne daſs Franklin hievon etwas wuſste, mit dem erwünschten Erfolge angestellt. *Dalibard* und *Delor*, die Franklin's Meinung von der Analogie

deckte Gruben oder Kanäle oder Abtritte, wie Bertholon de St. Lazare vorschlägt (*de l'électricité des meteores T. I.* p. 261) taugen nicht dazu die Ableiter aufzunehmen, weil der Blitz die gemeiniglich daselbst befindliche brennbare Luft leicht entzünden kann. Am Ende des Ableiters müssen keine Feuer fangende Dinge befindlich sein, auch muſs gegen das Ende hin die metallische Bekleidung von der Wand entfernt sein, damit Luft und Blitz einen freien Raum zur Ausbreitung behalten.

Nach allen oben Gesagten, ist nun die Anlegung eines Blitzableiters eine sehr leichte Sache. Will man eine Wetterstange anbringen, die aber, wie bemerkt, in den meisten Fällen höchst unnöthig ist, so bediene man sich hiezu einer Metallstange von 3/4 Zoll Dicke, und lasse sie 3 bis 5 Fuſs über den höchsten Ort des Gebäudes hervorragen. Hierauf wird in einen Dachziegel ein Loch gemacht, und dieses mit einer runden in der Mitte durchbohrten Zinnplatte belegt, das Loch in der Zinnplatte wird ausgetrieben, so daſs ein Cylinder in der Mitte in die Höhe stehet, um welchen ein eiserner Ring die in die Zinnplatte gesteckte Metallstange antreibt. Auf dem Forste des Dachs witd ein 3 bis 6 Zoll breiter Zinnstreifen so befestigt, daſs er an den Forstziegeln angetrieben, und mit kleinen Nägeln seitwärts in den Kalk der Fugen und an den Schornsteinen und Gibelpfosten mit groſsen Nägeln angenagelt wird. Die Enden der Stücke der Bleistreife, werden durch einen Falz an einander gefügt. Dergleichen Bleistreifen werden auch über die Schornsteine gelegt, und an den Seiten mit dem Hauptstreifen verbunden. Zur fernern Ableitung gegen die Erde hin, gebraucht man ebenfalls 3 bis 6 Zoll breite Bleistreifen, oder noch besser Kupferstreifen. Muſs ein Theil hievon über ein Dach gehen, und es wäre ein einfacher Bleistreifen zu schwach, so macht man den Streifen von doppelt gelegtem Kupferblech. Die Stücke der Streifen werden an ihren Enden beim Blei mit einem einfachen Falze zusammengetrieben; beim Kupfer aber entweder durch einen einfachen Falz vernietet, oder mit einem doppelten Falz so mit einander verbunden, daſs der Rand des obern Stücks einwärts, des untern auswärts geschlagen sei. Da wo diese Stücke zusammengesetzt sind, hakt man einen dünnen messingenen Drath ein, steckt ihn unter einem Dachziegel durch und wickelt ihn um einen Nagel in den Latten. Der Theil der Ableitung, der von auſsen an der Mauer herabgeht, wird wenn es möglich ist, noch da, wo die Stücke an einander gefalzt sind, mit Nägeln an die Wand geschlagen. Zuletzt endigt sich die Metallleitung entweder im offenen Wasser, oder so auf der Oberfläche der Erde, daſs sie diese mit dem ganzen untersten Ende genau berührt.

Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geschützes, werden jetzt allgemein als fruchtlose Mittel, gegen die Wirkung des Blitzes erkannt; ja es ist das Läuten den Läutenden gefährlich, weil die Glocke und der hanfene Strick an dem sie ziehen, eine gute Leitung abgiebt. Nach den Erfahrungen des Herrn *Volta* (Meteorologische Briefe aus dem Italienischen, Leipzig 1793 8. Brief 5.) sollen groſse auf Bergen angezündete Feuer die besten Mittel sein, den Blitz abzuhalten.

Die Gröſse der Gefahr bei nahen Donnerwettern, soll sich nach Rosenthals Erfahrungen (Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. IV. St. 1 S. 1 und f.) vorzüglich aus dem Steigen des Quecksilbers im Barometer beurtheilen lassen. Sobald sich nämlich ein Gewitter dem Orte, wo ein Barometer sich befindet, nähere, so fange das Quecksilber an zu steigen. Ie näher das Gewitter dem Zenith des Beobachters komme, desto mehr werde auch das Quecksilber im Barometer steigen; aber umgekehrt wieder fallen, wenn es sich vom Zenithe des Beobachters entferne. Nach *Frenzels* Beobachtungen zu Grüllenburg bei Frauenberg, welche er ununterbrochen 3 Iahre fortsetzte, erfolgt gerade das Gegentheil. Es fiel nämlich das Quecksilber immer bei herannahenden Gewittern, und zwar so regelmäſsig, daſs er die Ankunft desselben mehrere Stunden vorher ansagen konnte. Während des Gewitters blieb es auf seinem angenommenen Standpunkte, und nachher erst, als das Gewitter sich entfernte, fing das Quecksilber an zu steigen; bei einem heftigen Gewitter, das gerade über dem Orte der Beobachtung schwebte, bemerkte er, daſs das Barometer in einer beständigen Oscillation war. In jedem Monathe fand er den Gewitterstandpunkt am Barometer verschieden, im Iunius und Iulius ist er am niedrigsten, im May und August höher.

zwischen electrischen Funken und Blitz zugethan waren, richteten eiserne Stangen auf, und zwar jener zu Marly-la-ville, eine von 40 Fuſs Höhe, deren Fuſs vor dem Regen gesichert, und welche mit seidenen Schnüren an Pfählen, die nicht beregnet werden konnten, befestigt war. Am 10ten Mai 1752, Nachmittags konnte ein Tischlermeister, Namens *Coiffier*, electrische Funken aus der Stange, über welche eine Gewitterwolke wegzog, herausziehn. Er rief den Pfarrer des Ortes und noch andere Zeugen herbei, die erkannten, daſs diese Funken elektrischer Natur waren. Delor's eiserne Stange in Paris war 99 Fuſs hoch, an dieser bemerkte er auch 8 Tage nach jenem Versuche gleichfalls elektrische Funken, obgleich nur eine einzige Wolke über dieselbe hinwegzog, und es dabei weder blitzte noch donnerte. Diese Versuche wurden von Delor auf Verlangen des Königs von Frankreich wiederholt, der sie mit Vergnügen selbst ansah. Durch diesen Beifall des Königs wurden der Graf von *Büffon*, *Mazeas* und *le Monnier* aufgemuntert, Versuche dieser Art noch viel weiter zu treiben, und le Monnier bemerkte schon, daſs ein gemeines Sprachrohr, welches etwa 5 bis 6 Fuſs vom Erdboden an Seide aufgehängt war, schon Zeichen der Electricität äussere. Auch fand le Monnier, daſs eine Person,

Wenn man sich in einem Gebäude während eines Gewitters befindet, das nicht mit Ableitern versehen, oder durch seine Lage gegen das Einschlagen geschützt ist, so muſs man solche Stellen vermeiden, wo Metall mit andern Körperu verbunden ist. Vorzüglich entferne man sich von den Wänden, Schornsteinen, Oefen, eisernen Gittern und dergleichen, und begebe sich in die Mitte geräumiger Zimmer im untersten Stock am besten auf Matrazen stehend, oder auf einem trocknen Stuhle sitzend. Die beste Sicherheit würde man haben, wenn man sich in ein Bett legte, welches in der Mitte des Zimmers an seidnen Schnüren aufgehängt ist. Auch in Keller könnte man sich mit Sicherheit begeben, wenn der Auffenthalt in demselben nicht in anderer Hinsicht gefährlich wäre. Auch in der Mitte eines Zimmers mit einer Gypsdecke ist man ziemlich sicher, weil der Blitz durch den Drath an den Wänden abgeleitet wird. Bei liegenden Personen ist insbesondere der Kopf mehr geschützt, doch dürfen sie nicht auf dem bloſsen Fuſsboden liegen, weil es da oft Stellen giebt, die den Blitz anlocken.

Ist man auf freiem Felde, so suche man die Nähe von höhern hervorragenden Gegenständen, trete aber auch nicht dicht unter dieselben, wie z. B. unter einem Baum oder hinter einem Getreidehaufen; am sichersten ist man in einer Entfernung von 15 bis 20 Schritten von einem Baume, sollte aber keiner vorhanden sein, so lege man sich lieber auf die Erde, als zu sitzen, oder zu stehen. Vorzüglich aber entferne man sich vom Wasser. Ist man im offenen Wagen oder zu Pferde, so ist es sicherer von denselben abzusteigen und sich einige Schritte zu entfernen. Ein Vorurtheil ist es, daſs Zugluft den Blitz herbeilocke. (Fischers phys. Wörterb. Art. Blitz.) Alle in mehreren Schriften vorgetragene Lehren über Sicherung der Person bei Gewittern laufen darauf hinaus, daſs man sich a) auſser aller Berührung mit Leitern setze; b) sich aber einen Platz in einer mäſsigen Entfernung von einem erhabenen Leiter (z. B. 6 Schritte von einem hohen Baume wähle; c) sich mit Nichtleichtern nach Möglichkeit umgebe; d) starke Erhitzung und alle Arten von Dampf und Rauchsäulen in der Nähe vermeide. Im Bette z. B. ist man mit Nichtleitern umgeben. Der ängstlich sich unter den Federn Erhitzende, ist aber nicht sicher, weil der Blitz leicht der von ihm aufsteigenden Dunstsäule folgen kann. e) Der Blitz verdirbt die Luft, daher man ohne Zug zu erregen, für den Zutritt frischer Luft zu sorgen hat. Auf die Kenntniſs der Leiter gründet sich alles, was man über Läuten der Glocken, Schieſsen aus grobem Geschütze, Feuer auf Bergen u. s. w. sagen kann. Am besten ist es bei heranziehendem Gewitter, die Hausfeuer zu verlöschen, damit die Schornsteine rauchfrei werden.

welche auf einem Harzkuchen stand, und eine ohngefähr 18 Schuh lange hölzerne Stange, um welche Drath gewunden war, in der Hand hielt, beim Gewitter so vollkommen elektrisirt ward, daſs man aus ihr sehr lebhafte Funken ausziehn konnte. In demselben Jahre 1752 wurden in England von *Canton*, *Wilson* und *Bevis* dergleichen Versuche mit sehr gutem Erfolge angestellt. Canton gebrauchte dabei die Vorsicht, an das untere Ende des ableitenden Drahtes einen zinnernen Deckel zu befestigen, um von der Glasröhre, in der derselbe steckte, den Regen abzuhalten. Auf diese Art erhielt er electrische Funken in einer Entfernung von einem halben Zolle. Auch wurde schon von ihm entdeckt, daſs unter den Gewitterwolken einige positiv, andere negativ electrisirt sind. *De Romas* zu Nerac brachte eine so starke Electricität aus der Luft herab, daſs er selbst in Lebensgefahr gerieth. Er bediente sich zu seinen Versuchen eines elektrischen Drachens von Papier, welcher 18 Quadratfuſs Fläche hatte, und an einer hanfenen mit Drath durchwirkten Schnur befestigt war. Endlich wurde selbst der Profeſsor *Richmann* in Petersburg am 6. Aug. 1753 ein Opfer eines solchen starken electrischen Funkens. Am Dache seines Hauses hatte er eine eiserne Stange ausgesteckt, von welcher metallene Drähte ins Haus geleitet waren, die am Ende durch einen gläsernen Becher, der zum Theil mit Messingspähnen gefüllt war, isolirt wurden, um die Electricität darin anzuhäufen. An einem Drathe hatte er einen Faden aufgehangen, der bei Electrisirung der eisernen Stange vor dem Drahte floh, und folglich mit ihm einen Winkel machte. Um diesen Winkel zu messen, hatte er einen Quadranten daselbst angebracht. Als er am gedachten Tage Mittags nach 12 Uhr an dem Electricitätszeiger die Wirkung der Electricität des an diesem Tage aufgestiegenen Gewitters beobachtete, und sich gegen denselben nach seiner Gewohnheit gebückt hatte, so daſs er etwa einen Fuſs von dem Ende des Metalls mit seinem Kopfe entfernt war, so fuhr ein Wetterstrahl in Gestalt eines weiſslichtblauen Feuerballs etwa einer Faust groſs, aus dem Drathe nach seinem Kopfe, und warf ihn, ohne daſs er einen Laut von sich gegeben hätte, rückwärts zu Boden. Auch der akademische Kupferstecher *Sokolov*, den Richmann gewöhnlich zu seinen electrisehen Versuchen mitgebrauchte, ward betäubt niedergeworfen. Der Strahl war mit einem heftigen Knalle begleitet, und lieſs einen starken nach Schwefel riechenden Dampf zurück. Da Richmanns Leichnam alle die Zeichen an sich bemerken lieſs, die man Personen, die durch den Blitz ohne Mitwirkung eines künstlich vorgerichteten Apparats erschlagen wurden, wahrnahm, auch sonst der Strahl an andern Umgebungen ganz Blitzeskräfte gezeigt hatte, so erkannte man seit dieser Zeit den Blitz ganz allgemein für ein electrisches Phänomen an. (Reimarus vom Blitze, Hamburg 1778, 8; dessen neuere Bemerkungen vom Blitze, Hamburg 1794, gr. 8.) Jetzt hat man durch

electrische Drachen, Condensatoren, Electricitätssammler u. s. w. hinlänglich und überzeugend dargethan, dafs in der Atmosphäre die Electricität stets sehr wirksam sei.

Le Monnier (*Observat. sur l'Electricité de l'air*, in den *Memoires de l'Aad. à Paris* 1752 bemerkte bei seinen zu *St. Germain en Laye* angestellten Versuchen zuerst, dafs die Luft auch aufser den Gewittern electrisch sei. Dasselbe bemerkte auch *Franklin* (a. a. O.) Nachher nahmen der *Abbé Mazeas* (*Observations upon the électricity of the air*; *made at the chateau de Maintenon*, *June*, *July and Oct.* 1793; in den *Philosoph. Transact.* Vol. XLVIII, nr. 57) und *Kinnersley* (*Philosoph. Transact.* Vol. LIII, n. 21) die Luftelectricität vorzüglich bei trocknem Wetter oft sehr stark wahr. Mehrere und genauere Beobachtungen stellte über diesen Gegenstand *Beccaria* zu Turin an. (*Lettere del élettricismo in Bologna* 1758, gr. 4.) Seine zu diesen Untersuchungen angewandte Geräthschaft bestand in einem 132 Fufs langen eisernen Drathe, den er den Explorator nennt, dessen eines Ende an einer über dem Schornstein hervorragenden Stange, das andere an dem Gipfel eines hohen Kirschbaums befestigt war; übrigens waren beide Enden isolirt, und mit zinnernen Knöpfchen versehen. Von diesem Explorator ging ein anderer Draht durch eine dicke mit Siegellack überzogene Glasröhre ins Beobachtungszimmer, durch den er den Zustand der Electricität in dem Explorator beobachten konnte. Mit diesem letzten Drahte verband *Beccaria* einen kleinen Metallstreifen; an jeder Seite desselben befand sich eine Korkkugel von einer Linie Durchmesser; diese Kugeln waren an seidenen 16 Linien langen Fäden aufgehangen. Mit diesem Apparate fand er die heitere und stille Luft stets, obgleich mit einiger Unterbrechung electrisch. Bei feuchtem Wetter hingegen, wobei es wirklich regnete, und bei stürmischer Witterung konnte er keine Luftelectricität entdecken. Beim Regenwetter zeigte sich kurz vor dem Regen Electricität, welche erst kurz vor dem Ende desselben aufhörte. Nachher theilte er noch mehrere Beobachtungen über die Luftelectricität bei heiterm Himmel mit. (*Osservazioni della elettricità terrestre atmosphaerica a cielo sereno*; bei s. *elettricismo art. ficiale*, *in Torino* 1772, 4.) Er fand zu jeder Zeit die Luft positiv electrisirt, und bei kalter Witterung stärker, als bei warmer. Durch trockene Winde ward die Electricität geschwächt, durch die in der Luft schwebenden Nebel aber verstärkt und angehäuft, wofern diese Nebel nicht eine Veranlassung zur Ableitung gaben. Er fand daher bei in die Höhe steigenden Nebeln die Electricität am stärksten. Die Luftelectricität beobachtete er nie anders negativ, als wenn der Wind von andern Gegenden der Atmosphäre, wo es gerade Nebel, Regen, Schnee oder Wolken gab, herkam.

Mit *Beccaria's* Beobachtungen stimmen auch die von *Ronayne* in Irland (*Philosoph. Transact.* Vol. LXII, p. 422) überein.

Diesen Beobachtungen gemäfs scheint der Gang der täglichen atmosphärischen Electricität folgender: Bei trockener Witterung entsteht vor Sonnenaufgang einige Electricität, die um so gröfser ist, je trockener die Luft, und je geringer der Unterschied ihres Zustands von dem am vorigen Tage ist. Diese Electricität bei Sonnenaufgang kann man indessen selten bemerken, weil die Luft gewöhnlich die Nacht über feucht ist. So fand d. P. *Beccaria* bei dreimonatlichen Beobachtungen nur an 18 Morgen Electricität vor Sonnenaufgang, und seine zahlreichen Beobachtungen zeigen, dafs diese Erscheinung im Winter häufiger, als im Sommer sei, besonders wenn man den Apparat vor aller Feuchtigkeit und Reif schützt. Des Vormittags wird die Electricität dann nach und nach stärker, je höher die Sonne steigt, und erreicht endlich einen Grad, auf dem sie stehen bleibt, bis die Sonne ihrem Untergange nahe ist; alsdann nimmt sie desto mehr ab, je feuchter die Luft ist. In den kühlern Jahrszeiten entsteht bei heiterm Himmel und sanftem Wehen des Windes mit zugleich stark zunehmender Trockenheit nach Sonnenuntergang zu Anfange des Thaues eine Electricität von beträchtlicher Stärke. Diese Electricität kommt sehr schnell wieder, und vergehet sehr langsam. In gemäfsigten oder warmen Jahrszeiten zeigt sich eine solche Electricität sogleich mit Sonnenaufgange; sie fängt mit gröfserer Geschwindigkeit an, vergeht aber auch früher.

Ronayne hat bemerkt, dafs die Blitze bei Gewittern schnelle Veränderungen bewirken. Oft wird dadurch die Electricität weiter verbreitet, bisweilen vermindert; bald verstärkt, bald sogar in die entgegengesetzte verwandelt; bisweilen kömmt sie, wenn vorher gar keine da war, mit einem Blitze plötzlich zum Vorschein. 1)

1) Nachdem man sich durch Beobachtung hinlänglich überzeugt glaubte, dafs die Ursache des Blitzes mit der des electrischen Funkens völlig gleich sei, glaubte man, folgendermassen das Blitzen selbst deriviren zu müssen. Es theilt eine electrische Atmosphäre, den Wolken Electricität mit; dadurch werden diese isolirte in der Luft schwebende Leiter, in denen sich die electrische Materie anhäuft. Kömmt alsdann eine nicht electrisirte Wolke, der geladenen näher, so wird letztere entladen, und giebt den Blitz als electrischen Funken. Auch durch Vertheilung kann in den über oder neben einander stehenden Wolken, entgegengesetzte Electricität erzeugt werden, und endlich durch Annäherung derselben, ein desto stär-

stärkerer Blitz entstehen. Endlich kann selbst die Electricität einer Wolke, so stark angehäuft werden, dafs ihre electrische Atmosphäre sich bis zur Erdfläche erstreckt, welche die entgegengesetzte Electricität der Wolke aufnimmt, und bei gröfserer Annäherung der Wolke, gegen die Erde einen Blitz auf dieselbe herabschleudert. Dieses Blitzen der Wolke, soll dann so lange dauern, bis entweder das Gleichgewicht der Electricität da ist, oder die Wolken sich völlig durch Regen entladen haben. De Luc führt gegen diese Erklärungen an, (Siebenter Brief des Herrn de Luc an de la Metherie über die Schwierigkeiten in der Meteorolgie u. f. aus dem Journal de Phys. Août 1790 übers. in Grens Iourn, der Physik B. IV. S. 234 u. f. §. 13. ff.): 1) Wenn sich Gewitterwolken in einer und derselben Luftschicht bilden, und alle zu gleicher Zeit entstehn, so weifs man gar keine Ursache anzugeben, warum einige eine so grofse Menge, andere aber einen Mangel an Electricität erhalten sollten. Es ist also noch nicht begreiflich, wie sich bei Gewitterwolken, die eine völlig zusammenhängende Masse bilden, und den Himmel als eine solche überziehn, hier und da die Electricität nur anhäufen sollte, da sie doch wegen der zusammenhängenden Wolken in der ganzen Masse sich ausbreiten, und ins Gleichgewicht setzen müfste. 2) Gesetzt aber auch, es fände bei der Bildung der Wolken, ein solcher unbegreiflicher Unterschied des electrischen Zustandes zwischen ihnen Statt, so ist es doch unbegreiflich, wie dieser Zustand fortdauern könne, wenn sie sich vereinigen, da doch die Nebel, aus denen sie bestehen, Leiter sind. 3) Es ist nicht zu erklären, dafs das Gewitter beim Regen noch fortdauern könne, indem die Gewitterwolken, durch den herabfallenden Regen, der sie mit der Erde in leitende Verbindung bringt, sogleich entladen werden müfsten. Wollte man auch nicht annehmen, dafs die Gewitterwolken durch den Regen in unmittelbare Verbindung kommen, so mufs man doch zugeben, dafs sie sich selbst unter einander ins Gleichgewicht setzen, und dem Gewitter ein Ende machen müfsten. Denn es würde der Ueberflufs der electrischen Materie an der einen Seite durch den Regen an die andere übergehn, und man würde von Tropfen zu Tropfen ein Leuchten wahrnehmen. 4) Findet man in den hohen Thälern der Alpen Gewitter, deren Wolken die Gipfel der Berge rund herum berühren, und folglich mit denselben in leitender Verbindung sind, und sich doch nicht entladen, welches doch nothwendig geschehen müfste. Es können demnach die Gewitterwolken keine electrisirten Leiter sein.

De Luc selbst ist geneigt zu glauben, dafs der Blitz durch eine plötzliche Erzeugung einer sehr grofsen Menge von electrischer Materie entsteht. Nach ihm ist die electrische Materie, als solche nicht eher vorhanden, als bis sie sich durch Wirkungen zeigt; so lange die Luft heiter und durchsichtig ist, sind nur die zur Bildung der electrischen Materie nothwendigen Bestandtheile in derselben anzutreffen. Aus diesen Bestandtheilen soll die electrische Materie durch eine uns noch unbekannte Ursache plötzlich in einer sehr grofsen Menge hervorgebracht werden, woher eben der Blitz entstehen soll. Dafs diese Erklärung den Naturgesetzen gemäfs sei, will er aus folgender Beobachtung darlegen. Er sahe auf den Buet bei einer noch durchsichtigen und sehr trocknen Luft Wolken sich bilden, welche sich nach und nach vereinigten und verdichteten, die Spitze des Berges umzogen, sich an den Montblanc und die benachbarten Berge lehnten, und dieselben durch ein

lange anhaltendes Gewitter mit einem starken Wassergusse überschütteten. Es scheint ihm durchaus unmöglich dafs diese Wolken eine electrische Ladung haben konnten, indem sie mit der Erde durch die Berge in einer leitenden Verbindung waren, und daher unfehlbar die ihnen zugeführte Electricität, ganz unbemerkbar ohne Schlag der Erde zugeführt haben würden. Die Meinung, dafs sich die Ursache des Blitzes beim Ausbruche desselben schnell durch noch unbekannte Naturactionen erzeuge, scheint durch die oft bei den Gewittern sehr grofs wahrgenommene Menge der Electricität sehr begünstigt zu werden. So sahe man am 28 Mai 1790 bei einem heftigen Gewitter zu Erfurt binnen einer Zeit von einer halben Stunde ununterbrochen starke Blitze, und hörte über 80 Donnerschläge bei dem heftigsten Platzregen. (Grens Journ. d. Physik B. IV. S. 163.) Woher die Luftelectricität ihren Ursprung nehme, kann nicht mit Gewifsheit bestimmt werden. Sonst glaubte man, dafs sie durch Reibung der Lufttheile und Wolken an einander durch Winde und Luftströme hervorgebracht werde, (S. Nollet in den Memoir. de l'Academie à Paris an. 1764 p. 409.); aber Wilke (Bemerk. zu Franklins Briefen über die Electricität. Leipzig 1758. 8. S. 299.) schon bemerkte, dafs die Erzeugung der Electricität durch Reiben verschiedene Körper voraussetze, wovon der eine positiv, der andere negativ electrisirt wird, welches in der Luft keinen andern Erfolg haben könnte, als dafs die positiven und negativen Theilchen einander anzögen, und die Electricität wieder verlören. Auch würde dieser Hypothese die Erfahrung der Schwächung der Luftelectricität durch starke Winde nicht günstig sein. Als Saussüre um die Electricität aus den höhern Gegenden der Atmosphäre herabzuleiten, eine Bleikugel an einer Schnur von Silberfaden in die Höhe schleuderte, wurde ihm von Landriani der Einwurf gemacht, ob nicht die Electricität, welche die Kugel im Fliegen erhält, durch ihr Reiben an der Luft könne erzeugt worden seyn? Um dies genauer zu untersuchen, nahm Herr Saussüre eine an eine seidene Schnur befestigte Kugel, und schwang sie mit grofser Schnelligkeit eine Zeitlang in der Luft herum, aber er bemerkte auch nicht die geringste Anzeige von Electricität. Endlich wurde Volta durch die bei Wasserfällen, Strudeln, Schleusen und Mühlrädern bemerkte Electricität, welche Tralles (Beitrag zur Lehre der Electricität, Bern 1786 8.) beschreibt, und aus Reiben der Wassertheilchen an der Luft erklärt, veranlafst, die Sache genauer zu prüfen. Wiederholte Versuche zeigten ihm, dafs Körper, die eine Zeitlang in der Luft aufs heftigste bewegt wurden, auch nicht die geringste Spur von erregter Electricität zu erkennen gaben.

Volta fand zwar zuletzt, dafs Körper die an der Luft gerieben gar keine Electricität zeigten, gepulvert, zerschabt oder in sehr feine Theile zertheilt und durch die Luft getrieben, wirklich erregte Electricität zu erkennen gaben; jetzt aber weifs man, dafs hieran das Reiben ihrer Theile an einander, indem sie entweder durchgebeutelt, oder auf eine andere mechanische Art, schnell durch die Luft fortgetrieben wurden, Schuld war. Canton muthmafste, dafs die Luft wie Turmalin durch Abwechselungen der Wärme und Kälte electrisirt werde. Auch Wilke neigt sich dieser Meinung zu, und will sogar, dafs die Spitzen der Berge, an denen so oft Gewitterwolken entstehn, Turmaline sind, deren Electricität durch die Hitze verstärkt wird.

Nach Volta rührt die Entstehung der atmosphärischen Electricität allein von der Ausdünstung her. Durch die vermittelst seines Condensators gemachte Beobachtung, daſs der aufsteigende Wasserdampf positiv electrisirt sei, ward er bewogen anzunehmen; daſs das Wasser, wenn es in Dampf verwandelt werde, mehr Capacität für das electrische Fluidum erhalte; die Verdampfung führe daher unaufhörlich Electricität in die Luft, welche sich aber daselbst nicht eher äuſsere, bis die Dünste wieder zu Wasser würden. Volta hat diese seine Meinung im sechsten seiner meteorologischen Briefe ausgeführt, und sie mit vielen Versuchen über Electricität beim Verdampfen und Verbrennen unterstützt.

De Luc hat Volta's Hypothese eifrig bestritten, und behauptet, daſs in der Atmosphäre durch noch unbekannte Naturoperationen electrisches Fluidum componirt und decomponirt werde. Zuerst bemerkt er, daſs Saussure's Beobachtung, nach der bei gewöhnlichem Wetter die Luftelectricität von Sonnenaufgang bis zu einer gewissen Stunde des Tages zunehme, verbunden mit der allgemeinen Bemerkung, daſs die Gewitter nur dem Sommer vorzüglich zugehören, auf die Vermuthung leite, daſs die Sonnenstrahlen an der Bildung des electrischen Fluidums in der Luft, oder doch wenigstens des fortleitenden Fluidums Antheil haben mögen, wenn auch ihr Einfluſs darauf noch nicht ein unmittelbarer seyn sollte. Hernach nehme Herr Volta an, daſs der positive Zustand der Electricität daher rühre, weil ein heiſser Körper, von welchem Wasser verdünste, negativ werde, also der aufsteigende Dampf positiv sein müsse. Allein es habe de Saussure gezeigt, daſs die Verdampfung Eisen und Kupfer vielmehr positiv mache, sei auch selbst hiedurch bewogen, eine in der Natur vorgehende Zersetzung und Zusammensetzung des electrischen Fluidums zu muthmassen. Vorzüglich aber setzt de Luc der Meinung des Herrn Volta folgende aus meteorologischen Beobachtungen hergenommene Gründe entgegen. Er sagt, wenn das electrische Fluidum durch Verdünsten aus dem Boden in die Atmosphäre übergienge, und seine Rückkehr zu dem Boden wieder Statt fände, wenn sich die Dünste in Wasser verwandelten, so müſste es bei allen starken und plötzlichen Regengüssen Donnerwetter geben, indem sich bei der schnellen Bildung des Wassers das electrische Fluidum eben so häufig, als bei Donnerwettern entbinden müſste; allein es giebt beständig häufigere Platzregen ohne Gewitter, als mit solchen. Auch müſste jeder Regen merkliche Zeichen positiver Electricität geben, welches doch nicht geschiehet. Ferner müſste jedes Gewitter Regen mit sich führen, weil nur zur Zeit des Regens der Wasserdampf zu Wasser wird; nun donnert es aber sehr oft in Gewölken, welche durch vermehrte Dünste verdichtet werden, ohne daſs ein Tropfen Wasser herabfällt.

Die Vorrichtung, die man gebraucht, die Beschaffenheit und Stärke der atmosphärischen Electricität zu untersuchen, nennt man Luftelectrometor, atmosphärisches Electrometer (*electrometrum aëreum s. atmosphaericum*; *electrometer äerien ou atmospherique.*) Im engern Sinne will man durch Luftelectron aber nur das Instrument andeuten, das zur Beobachtung der Luftelectricität zu gebrauchen, und ohne Schwierigkeit zu transportiren ist.

Die Luftelectrometer saugen durch einen unbeweglichen Leiter electrisches Fluidum ein, und führen es zu zwei neben einander hängenden leicht beweglichen Leitern, z. B.

Goldblättchen. Aus diesen wird die Electricität von andern entfernteren Leitern angezogen. Da die beweglichen guten Leiter aber in dem schlechten Leiter in der Luft hängen, so bewegen sie sich nach dem guten Leiter hin, und divergiren. Je stärker diese Divergenz ist, desto mehr Electricität haben sie aufgenommen. Ein sehr einfaches Instrument dieser Art beschreibt *Cavallo* (Vollständige Abhandl. der Lehre der Electricität, Leipzig 1797 B. I. S. 343) (Fig. 8. Taf. XVI). ab ist eine gemeine aus verschiedenen Gliedern zusammengesetzte Angelruthe, von der indessen das letzte dünnste Glied abgenommen ist. Aus dem Ende dieser Stange geht eine dünne Glasröhre c hervor, welche mit Siegellack überzogen ist. An ihr befindet sich ein Stück Kork d, von dem ein Electrometer mit Hollundermarkkügelchen herabhängt. h g i ist ein Stück Bindfaden, welches an das andere Ende der Röhre befestigt ist, und bei g von einem Schnürchen fg gehalten wird. Am Ende des Bindfadens bei i ist eine Stecknadel befestigt. Wenn man diese in den Kork d steckt, so ist das Electrometer e nicht isolirt. Will man mit diesem Instrumente die atmosphärische Electricität beobachten, so stecke man die Stecknadel i in den Kork d, halte den Stab bei dem untern Ende a, stecke ihn zu einem Fenster in den obersten Stockwerke des Hauses in die Luft heraus, und halte das andere Ende der Röhre mit dem Electrometer so hoch, dafs der Stab mit dem Horizonte, einen Winkel von 50 bis 60° macht. In dieser Stellung halte man das Werkzeug einige Sekunden, ziehe alsdann an dem Bindfaden bei h und mache dadurch die Stecknadel von dem Korke los, wobei der Bindfaden in die punktirte Lage kl kommt, das Electrometer aber isolirt und auf die der Electricität der Atmosphäre entgegengesetzte Art electrisirt bleibt. Hierauf bringe man den Stab ins Zimmer zurück, und untersuche die Beschaffenheit der Electricität. Auch dient zur Untersuchung der atmosphärischen Electricität ein von Cavallo angeführtes Electrometer, welches von Brooke angegeben und Adams (Versuch über die Electricität S. 164.) beschrieben wurde. Die Glasröhre (Fig. B. XVI.) acab ist in den messingenen Boden agb eingekittet. Der obere Theil derselben geht in ein schmales cylinderisches, mit Siegellack überzogenes Ende aus, in welches eine kleine gläserne Röhre eingekittet ist, deren unteres ebenfalls mit Siegellack überzogenes Ende ein wenig in die Röhre acdb hineinreicht; in diese kleine Röhre ist ein Drath eingekittet, dessen unteres Ende das flache Stück Elfenbein h, welches durch einen Kork in die Röhre befestigt ist, berührt; das obere Ende des Draths erstreckt sich etwas über die Röhre hinaus, und läfst sich in die messingene Haube ef einschrauben, welche den mit Siegellack überzogenen Theil vor dem Regen schützt, wenn man damit die Luftelectricität beobachten will. lm und kn sind zwei schmale Streifen Zinnfolie an der innern Seite des Glases, die mit dem messingenen Boden ab in Verbindung stehen. Wenn man einen electrisirten Körper der messingenen Haube ef nähert, so werden die Kugeln sogleich von einander fahren, aber auch wieder zusammenfallen, sobald sie die Zinnfolie berühren. Nimmt man alsdann den electrischen Körper hinweg, so gehen sie abermals mit der entgegengesetzten Electricitat aus einander. Die allerschwächste Electricität setzt die Kugeln in Bewegung, und es wird die Beschaffenheit leicht dadurch erkannt, wenn sie entweder mehr auseinander gehn, oder sich wieder nähern, wenn der Haube ein mit E geladener Körper genähert wird.

Will man mit diesem Electrometer, die atmosphärische Electricität untersuchen, so hält man es unten in der freien Luft so, dafs man die Korkkügelchen bequem sehen kann

Diese werden sogleich auseinander gehen, wenn Electricität genug vorhanden ist, deren Beschaffenheit man denn auf die gewöhnliche Weise erforschen kann.

Nach Achard (*Memoir. de l'Academ. de Prusse* 1780.) sind die nothwendigen Eigenschaften eines guten atmosphärischen Electrometers diese: es muſs zum Gebrauche leicht sein, den Grad und die Beschaffenheit der Electricität bestimmt angeben, den Beobachter bei Gewittern keiner Gefahr aussetzen, und sich bequem tragen lassen. Bei Verfertigung eines solchen Instrumentes macht die gröſste Schwierigkeit die Isolirung, die auch bei feuchtem Wetter, und beim Regen vollkommen sein soll. Achards Electrometer besteht aus einem hohlen abgekürzten Kegel von Zinn, dessen oberes Ende offen, das untere aber durch eine zinnerne Platte verschlossen ist. Diese Platte ist auf der innern Seite mit einer zwei Zoll dicken Lage von Pech überzogen; an die untere Fläche dieser Lage von Pech ist eine zinnerne Röhre gekittet, welche man auf ein hölzernes Stativ setzen, und dadurch den Kegel so stellen muſs, daſs seine gröſsere niederwärts gekehrte Grundfläche horizontal steht; das Pech isolirt den Kegel vollkommen, und verhindert den Verlust seiner Electricität, wenn er electrisirt wird. Der Kegel muſs hoch genug, und seine untere Grundfläche in Vergleichung mit der obern groſs genug sein, um den Regen, wenn er auch schief auffallen sollte, abzuhalten, daſs er nicht entweder im Falle selbst oder beim Abspritzen vom Fuſsgestelle die untere Fläche des Pechs bespritze, mit welchem der Boden des Kegels inwendig bedeckt ist; sonst würde der Kegel nicht mehr isolirt sein, und das Electrometer sich in einen Leiter verwandeln. An dem schmalen Theile des Kegels befestigt Achard einen viereckigen eisernen Stab, und hängt an denselben ein Thermometer und 2 Electrometer, von denen das eine sehr leicht ist, und sich also durch sehr geringe Grade der Electricität in Bewegung setzen läſst, das andere aber mehr Schwere hat, und sich daher nur dann bewegt, wenn die Electricität für das leichtere Electrometer zu stark wird. Auſser diesen beiden Electrometern, bindet Herr Achard noch einen Faden an den eisernen Stab, welcher durch sein Aufsteigen die geringsten Grade der Electricität anzeigt. Das Ganze ist in eine oben und unten offene gläserne Glocke eingeschlossen. Der Grund dieser Glocke ist ebenfalls mit Pech isolirt, damit er keine Electricität von dem zinnernen Kegel ableite. Auch die obere Oeffnung der gläsernen Glocke, durch die der eiserne Stab hindurch gehet, ist mit Pech ausgefüllt, und um dieses Pech vor dem Regen zu schützen, wird es mit einem gläsernen Trichter bedeckt, durch den der eiserne Stab ebenfalls durchgeht. Ans Ende dieses eisernen Stabes können hohle und leichte zinnerne Röhren geschraubt, und hiemit eine Höhe von 20 bis 30 Fuſs erreicht werden, weil das oberste Ende der Röhre, allezeit wenigstens 6 Fuſs über alle in der Nähe befindliche Gegenstände hervorragen muſs. Die letzte Röhre endigt sich oben in eine eiserne sehr scharfe und vergoldete Spitze. Um zu bestimmen, ob die Electricität der Luft positiv oder negativ sei, geht von dem eisernen Stabe durch das Pech am Boden des abgekürzten Kegels ein Drath herab, an welchen man eine Korkkugel an einen leinenen Faden hängt. Bringt man nun dieser Kugel electrisirte Körper nahe, so kann man die Beschaffenheit der Electricität, die das Instrument von der Luft angenommen hat, leicht wahrnehmen.

Um den Beobachter gegen plötzliche Anhäufungen der Electricität zu schützen, so wird an das Fuſsgestelle ein eiserner Stab befestigt, welcher einige Fuſs tief in die Erde gelassen wird. Das obere Ende dieses Stabes, ist mit einem Knopfe versehen, der etwa

einen Zoll weit vom Kegel abstehet. Auf diese Weise wird sich die stark angehäufte Electricität jederzeit durch einen Schlag auf den Knopf entladen, und durch den metallenen Stab in die Erde abgeführt werden. Befindet sich dieses Instrument in einer Dachkammer, so mufs statt des eisernen Stabes eine metallische Ableitung bis zur Erde angebracht werden, welche als ein vollkommener Blitzableiter dienen kann, wenn der Knopf mit dem Kegel in Berührung gebracht wird. Will man es im Freien gebrauchen, so mufs der Boden, auf dem es stehet, rund herum wenigstens auf 2 bis 3 Fufs über der Peripherie der untern Grundfläche des Kegels gepflastert werden, damit sich der in die Höhe steigende Thau nicht an den Kegel anlegen, und die Isolirung unvollkommen machen könne.

Das Luftelectrometer des Herrn *de Saussure* ist Fig. 10 Taf. XVI abgebildet. Die gläserne Glocke hat einen messingenen Boden bc mit dem die an der Wand der Glocke in und auswendig angeklebten Stanniolstreifen e, e, e, e in leitender Verbindung sind. Die Stanniolstreifen sind deshalb angebracht, um die nach den Versuchen in der Glocke zurückgebliebenen Electricität abzuleiten. Die beiden Kugeln f sind von Hollundermark von einer halben Linie oder etwas darüber im Durchmesser, welche an ganz feinen Metalldräthen angehängt sind, die sich in kleinen Ringen sehr frei bewegen können. Durch diese Einrichtung kann man alle Electricität aus dem Apparate wegbringen, wenn man mit der Hand den Boden bc und mit der andern den Haken a berührt. Die Bleikugel g, welche hier als in der Luft fliegend vorgestellt ist, ist an der metallenen Schnur gh befestigt, die vermittelst der metallenen Zwinge h mit dem Hacken a in Verbindung stehet. gf ist eine starke seidene Schnur, die fest an die Kugel g gebunden ist, um diese bequem in die Luft schleudern zu können.

De Saussure bemerkt noch, dafs man diesen Apparat bei Gewittern nicht in die Hand nehmen, sondern sich lieber davon entfernen müsse, um nicht dadurch den Blitz nach sich zu leiten. Bei der Untersuchung der atmosphärischen Electricität gebrauchte *de Saussure* statt des Hakens eine metallene Spitze, welche, um sie tragbar zu machen, aus drei in einander geschraubten Stücken zusammengesetzt werden konnte.

Beim Regenwetter oder Schnee, wurde das Instrument noch durch einen kleinen Regenschirm bedeckt. Mit demselben wurden die Beobachtungen von *de Saussure* auf folgende Art angestellet.

Zuerst untersuchte er, in welcher Höhe über der Erdfläche er das Electrometer an dem metallenen Boden halten müfste, wenn es einige Anzeige von Electricität geben solle. Um es in der jedes Mal erforderlichen Höhe brauchen zu können, hatte *Saussure* die Kugel g an die etwa 50 bis 60 Fufs lange Schnur gh befestigt, die aus 3 feinen Silberfäden bestand. Er nahm das Instrument in die linke Hand, und schleuderte mit der rechten die Kugel so hoch in die Luft, als es ihm möglich war. Nachdem sich hiedurch die Kugel so straff als es sein konnte gedehnt hatte, waren Kugel und Schnur aufs Vollkommenste isolirt, indem der untere Theil der Schnur nur noch die Zwinge h und den Haken a berührte, die durch das Electrometer isolirt waren. Flog die in die Luft geschleuderte Kugel noch etwas weiter, so rifs sie die Zwinge vom Haken a lofs, und liefs das Electrometer mit der ihm vorher mitgetheilten Electricität beladen zurück. Um nun die Stärke der atmosphärischen Electricität in einer gegebenen Höhe zu messen, brachte

er das Electrometer vor seine Augen, und bemerkte, wie weit hier die Kugeln aus einander giengen. Die Gröfse der Divergenz der Kugeln zeigten Ziffern, am Rande der Glocke eingegraben, an. Hierauf nahm *de Saussure* zwei sich ziemlich gleiche Electrometer, und electrisirte das eine so stark, dafs die Divergenz der Kugeln von einander 6 Linien betrug, und berührte den Haken desselben mit dem Haken des nicht electrisirten Electrometers. Hiedurch theilte sich gleichsam die Electricität des einen in zwei gleiche Theile, und die Kugeln standen nun in beiden vier Linien auseinander. Die Verminderung der Electricität bis zur Hälfte verminderte demnach die Divergenz der Kugeln nur um 1/3. Hierauf nahm er dem einen seine Electricität wieder, und vertheilte abermals die des andern durch beide, worauf die Divergenz der Kugeln von einander 2,8 Linien ausmachte, welches beinahe wieder das vorige Verhältnifs ist. Nach der dritten Wiederholung blieb ihre Divergenz auf 1,9 Linien abermals in dem vorigen Verhältnisse; bei der vierten Wiederholung aber näherte sich das Verhältnifs dem einfachen directen und die Kugeln kamen auf 1. Die Electricität ward nun so schwach, dafs sie sich nicht mehr gleichförmig vertheilen konnte. Wiederholte Versuche gaben ihm die nämlichen Resultate. Auch die negative Electricität richtete sich nach diesem Gesetze. *De Saussure* hält zwar selbst diese Versuche noch nicht für hinreichend, das wahre Gesetz der Stärke des electrischen Abstofsens daraus zu bestimmen; aber dennoch hat er hienach eine Tabelle berechnet, welche die Stärke der Electricität für jede Viertellinie Divergenz der Kugeln angiebt. Durch Hülfe dieser Electrometer wurde die atmosphärische Electricität von *de Saussure* auf folgende Art gemessen. Er wählt einen freien von Bäumen und Gebäuden entfernten Platz, legt darauf das Electrometer mit aufgesteckter Spitze wagrecht nieder, um demselben eine dem Erdboden gleiche Electricität mitzutheilen. Hierauf bringt er es in eine vertikale Lage, erhebt es bis zur Höhe seiner Augen, und beobachtet die Divergenz der Kugeln nach Vierteln einer Linie. Hiernächst läfst er es in vertikaler Richtung wieder gegen den Erdboden nieder, und bemerkt zuletzt die Höhe der Spitze von der Erde, da die Kugeln einander völlig berühren. Wäre die Electricität so stark, dafs die Kugeln noch immer aus einander gehen, wenn schon das Electrometer bis zur Erde gekommen ist, so schraubt er 1/3 von dem Metallstabe ab, und so auch das zweite; ja im nöthigen Falle nimmt er die ganze Spitze hinweg. Das letztere ist ihm nur bei Regenwetter vorgekommen, und er nimmt alsdann die Höhe = 0 an, weil er die Höhe des Electrometers weiter nicht betrachtet. Wäre aber die Electricität so schwach, dafs das Electrometer in der Höhe seiner Augen, wobei die Spitze 7 Fufs von der Erde absteht, noch keine Spur von Electricität giebt, so erhebt er es noch einen Fufs höher, und weil er alsdann die Kugeln nicht mehr sehen kann, so berührt er mit der andern Hand den Haken, und bringt es nach beendigter Berührung auf den Erdboden nieder, um zu sehen, ob es sich electrisirt hat; in diesem Falle sagt er, sei die Electricität bei 8 Fufs Höhe merklich geworden. Findet er es aber nicht so, so hält er das Electrometer mit ausgereckten Armen in die Höhe, und wiederholt das vorige Verfahren. Findet er hiebei Electricität, so sagt er, die Electricität sei bei 9 Fufs Höhe merklich geworden. Bemerkt er aber auch hier keine Electricität, so hält er sein Electrometer für den jetzigen electrischen Zustand der Atmosphäre unzureichend, und bedient sich alsdann der Bleikugel, um die Electricität in den höhern Gegenden zu untersuchen. Durch dieses Verfahren fand *Saussure* nach seiner Versicherung atmosphärische Electricität, wovon 100 Fufs hohe Leiter nicht die geringste Spur gaben. Die Empfindlichkeit seines Electrometers schrieb er einzig der vollkommenen Isolirung zu, die bei feststehenden Leitern, wegen der Feuchtigkeit der Luft so unvollkommen wird, dafs sie vielmehr als wirkliche Leiter zu

betrachten sind; ein so kleines Instrument hingegen, beständig trocken erhalten werden kann.

Aufser dem Gebrauche zur Untersuchung der Luftelectricität kann man auch dieses Electrometer sehr vortheilhaft zu andern Absichten einrichten. So kann es die Stelle eines Condensators vertreten, wenn man es auf ein Stück Wachstaffent stellt, das rund um den Rand etwas übergehet. Die zu prüfenden Körper, mufs man aber alsdann nicht mit dem Haken a, sondern mit dem metallenen Boden in Berührung bringen. Diese Art des Condensators gewährt den Vortheil, dafs man sogleich beim Niedersetzen gewahr wird, ob der Wachstaffent selbst eine eigenthümliche Electricität besitzt, und von welcher Beschaffenheit dieselbe ist. Auch läfst sich dieses Electrometer zur Untersuchung der Güte eines Leiters gebrauchen. Bringt man es nämlich auf einen schlechten Leiter, z. B. auf trocknen Marmor, und electrisirt den Haken zu wiederholten Malen, und berührt alsdann denselben, so werden die Kugeln zusammengehn, und alle Electricität wird vernichtet scheinen; hebt man aber das Electrometer an dem nämlichen Haken in die Höhe, so wird man gewahr werden, dafs die Kugeln wieder auseinander gehen, weil der schlechte Leiter mit dem Metallboden des Electrometers eine Art von Electrophor bildet. Wenn im Gegentheil der Körper, auf den das Electrometer gestellt ist, ein guter Leiter ist, so wird bei Berührung des Hakens mit dem Finger alle Electricität sogleich verloren gehen, und auch keine beim Aufheben des Electrometers wieder zum Vorschein kommen.

Ferner kann man mit diesem Electrometer die Electricität der Haare, Kleider, Steine, Hölzer und verschiedener anderer Körper bemerklich machen. Man fafst es nämlich an dem metallenen Boden an, und macht mit dem Haken einen raschen Strich an den zu prüfenden Körper, wobei die Kugeln sogleich auseinander gehen. Die Electricität, die der Haken dadurch erhält, ist die entgegengesetzte von der, die der geriebene Körper hält. Ihre Beschaffenheit läfst sich nun leicht durch Anhalten einer geriebenen Siegellackstange erfahren.

Der Apparat des Herrn *Volta* den er in seinen meteorologischen Briefen beschreibt, ist von dem des *de Saussure* wenig verschieden. Er gebraucht nur statt der gläsernen Glocke sein Flaschenelectrometer mit Strohhalmen. Es besteht dieses in einer vierseitigen Flasche, in der in leicht beweglichen Ringen nahe an einander 1/4 Linie dicke Strohhalme aufgehängt werden, und deren Seitenflächen mit Papierstreifen versehen werden, auf denen sich Skalen befinden, um das Auseinandergehn der Halme zu messen. Werden zu dergleichen Flaschenelectrometern gleichlange Halme genommen, so sieht man leicht, dafs eine geringe Differenz in Ansehung ihres Umfangs und Gewichts einen nichts bedeutenden Unterschied in ihrer Divergenz hervorbringen. Es können also dergleichen Electrometer vergleichbar gemacht werden, wenn man nur gleiche Längen und einerlei Maafs für die Grade der Skale annimmt. *Volta* nimmt die Länge von 2 französischen Zollen und für den Grad der Skale 1/2 Linie. Durch den Deckel der Flasche führt er, wenn er die Electricität der Luft untersuchen will, einen Metalldrath, dessen Spitze er aber mit einer angezündeten Kerze oder mit einem angezündeten Schwefelfaden versieht. Diese Flamme saugt die Electricität mit grofser Geschwindigkeit und Stärke ein, und ist nach *Volta* das wirksamste Mittel ein Electrometer gegen die geringsten Grade der Luftelectricität empfindlich zu machen. Wird dieselbe noch aufserdem in einer kleinen Verstärkungsflasche gesammelt, und alsdann durch den Condensator verdichtet, so bewirkt sie leicht eine Divergenz von etlichen Graden, wenn gleich die Strohhalmen im einfachen Electrometer ohne Lichtflamme nur um $\frac{1}{300}$ eines Grades divergiren. Die Vortheile, die man nach *Volta* von dem

Ge-

Gebrauche einer Lichtflamme an der Metallspitze bei den Beobachtungen zu erwarten hat, sind folgende: 1) erlangt der zuleitende Drath 2 bis 3 Mal stärkere Zeichen der Electricität, 2) findet man dadurch die Electricität derjenigen Luftschicht, in der das Licht brennt, unmittelbar, 3) wird durch die Flamme ein dauernder electrischer Zustand des Leiters bewirkt, indem dadurch ein beständiger Luftzug entstehet, wodurch immer neue mit Electricität beladene Luft statt der zersetzten zuströmt; 4) sammelt der Leiter mit der Lichtflamme so lange ein, bis er ganz mit der Luft im Gleichgewichte steht; daher kann auch nie ein Irrthum über die positive oder negative Beschaffenheit der atmosphärischen Electricität entstehe. Uebrigens will er gefunden haben, dafs die gröfsere Divergenz der Strohhalme nicht etwa von einer eigenen Electricität der Flamme herrührt, und dafs man von der Unbeständigkeit der Flamme nichts zu befürchten habe. Ja er behauptet, man könne bei feinen Beobachtungen die Lichtflamme gar nicht entbehren.

John Read bediente sich zu seinen zu *Knightsbridge* angestellten Beobachtungen über die Luftelectricität eines eigenen stehenden Luftelectrometers. In einer gläsernen Säule von 22 Zoll Länge ist eine 20 Fufs lange unten 2 Zoll und oben 1 Zoll im Durchmesser haltende Stange von Tannenholz eingekittet. Das andere Ende der gläsernen Säule steht in dem Loche eines hölzernen Fufses, welcher an dem Vordertheil eines in einer Mauer eingeschlagenen eisernen Arms steckt, und so das Ganze trägt. Ohngefähr 13 Fufs über dem eisernen Arme ist noch ein hölzerner Arm in die Mauer befestigt, der eine starke Glasröhre senkrecht hält, durch die die hölzerne Stange sanft hindurch geschoben werden kann, um die Glassäule, die die Stange hält, in das Loch des hölzernen Fufses einzulassen. Auf diese Weise wird die Stange 12 Zoll von der Mauer entfernt fest gehalten. Die Glasröhre ist da, wo sie von dem hölzernen Arme gehalten wird, mit einem Korkfutter versehen, damit die Stange, wenn sie vom Winde gebogen wird, die Röhre nicht berühren und zerbrechen könne. Glasröhre und Glascylinder sind mit Siegellack überzogen, und durch zinnerne Trichter vor dem Regen geschützt. Am obern Ende der Stange befinden sich mehrere scharf zugespitzte Dräthe, wovon 2 von Kupfer sind, jeder 1/8 Zoll dick, die um die Stange herum geflochten werden, und bis an die messingene Zwinge des untern zinnernen Trichters reicht. An diese Zwinge sind sie angelöthet, um ihre Berührung desto vollkommener zu machen.

In einer schicklichen Höhe vom Boden des Zimmers, geht ein Loch durch die Wand, in welchem eine mit Siegellack überzogene gläserne Röhre steckt. Durch diese ist ein starker Messingdrath von der Stange ins Zimmer geführt, welcher durch eine gleich hinter dem Ende der Glasröhre befindliche zweizöllige messingene Kugel geht, und hinter derselben noch etwas weiter sich erstreckt. An dem Ende dieses Messingdrathes ist ein Korkkugelelectrometer aufgehängt, so dafs es etwa 12 Zoll von der Wand entfernt ist. Aufsen an der Wand ist eine hölzerne Büchse angebracht, um die Glasröhre vor Feuchtigkeit zu schützen. Zwei Zoll weit von der messingenen Kugel befindet sich eine Glocke, die von einem starken Drathe gehalten wird. Dieser Drath geht ebenfalls durch ein Loch in die Mauer und ist mit dem Boden in einer leitenden Verbindung. Zwischen der Glocke und Kugel ist noch ein metallenes Kügelchen von 0,3 Zoll im Durchmesser an einem seidenen Faden aufgehängt, welches als Klöppel bei hinlänglich starker Ladung der Stange dient. Unter der Glocke und Kugel steht ein Tisch, auf den der nöthige electrische Apparat gesetzt werden kann. Die ganze senkrechte Höhe von der feuchten Erde an bis zur äufsersten Spitze der Stange ist 52 Fufs, welche er hernach noch um 9 Fufs erhöhete, und alle isolirende Theile unter die Dachung des Hauses brachte, indem

er im September 1790 den ganzen Apparat im Freien, der guten Isolirung ohngeachtet, bei feuchtem Wetter unbrauchbar fand. Auch fügt er noch die Bemerkung hinzu, dafs er in dem untern nicht isolirten Theile des Apparats, nämlich in der metallischen Ableitung der Glocke nach den feuchten Erdboden jederzeit die entgegengesetzte Electricität von der gefunden habe, welche der obere isolirte Theil, an dem die Korkkugeln hängen, hatte.

Aufser diesen eigenen Einrichtungen gebraucht man auch zu den Beobachtungen der Luftelectricität, die Electricitätszeiger, welche besonders im Grofsen zu Mannheim, Fulda und Gotha errichtet sind, und ein jedes empfindliche Electrometer. (Die verschiedenen Electrometer, werden bei den Gelegenheiten, wo man sich derselben bedient hat, bei Abhandlung der Eigenschaften der Körper, aus denen man sie verfertigt, angeführt werden).

Den Nahmen Electricitätszeiger (*index seu gnomon electricitatis*) gab man sonst einigen Einrichtungen, mit denen die Beobachter das Dasein der Electricität bei Gewittern bemerkbar zu machen, und die Stärke derselben zu messen suchten. Eben diese Einrichtungen nannte man auch Blitzmesser, *Fulgurometer.* Es gehören dahin die von *Franklin*, *Dalibard*, *Delor*, *Mazeas*, *Canton*, *Richmann* und Andern angegebenen, und oben schon bei Gelegenheit der Leitung des Blitzes aufgeführten Vorrichtungen. *Winkler* gab, nachdem durch einen Apparat von dieser Art *Richmann* wie oben angeführt, verunglückt war, eine andere Einrichtung an, um in ähnlichen Fällen keiner solchen Gefahr ausgesetzt zu sein. Bei dieser konnte man Funken, welche die Gewitterelectricität zwischen zwei Körpern schlägt, in der Ferne beobachten. Nur giebt sie den Funken alsdann erst, wenn die Electricität stark genug ist, in der Schlagweite, auf die die Körper gestellt sind, zu wirken; mithin dient sie nicht zur Abmessung stärkerer oder schwächerer Grade.

Priestley, hat folgende Vorrichtung (Geschichte der Electricität aus dem Englischen d. Krünitz, Berlin und Stralsund 1772 S. 344.) vorgeschlagen: auf dem Gipfel irgend eines Gebäudes errichtet man eine Stange, woran sich oben ein dichtes Stück Glas oder im Ofen gedörrtes Holz einen Fufs lang befindet. Dieses wird mit einem zinnernen oder kupfernen Gefäfse in Gestalt eines Trichters bedeckt, um den Regen davon abzuhalten. Unter demselben läfst man eine lange eiserne Ruthe in die Höhe gehen, die sich in eine Spitze endigt, deren ganze Länge man mit einem dünnen Drathe umwindet, um die Electricität desto besser nach dem Trichter abzuleiten. Von dem Trichter läfst man einen Drath längs dem Gebäude ohngefähr einen Fufs davon entfernt, herabgehn, führt denselben durch ein offenes Fenster in ein Zimmer, welches man zur Anstellung der Experimente am bequemsten findet, und verbindet ihn mit einem isolirten Conductor. An diesem Apparate läfst sich nun die Electricität durch die gewöhnlichen Erscheinungen wahrnehmen, auch die Stärke und Beschaffenheit der Electricität durch Electrometer untersuchen. Aufserdem giebt Priestley noch den Rath, zur Sicherheit einen gewöhnlichen Blitzableiter neben dem Drathe herabgehen zu lassen.

Le Roy (*Rozier Observat. et Memoir. sur la physiques.* Tom. III. Jan. 1774). giebt folgende Einrichtung unter dem Nahmen eines Fulgurometers an. Man soll in einem von Gebäuden, Bäumen u. s. f. weit entfernten Orte eine hohe hölzerne Stange aufrichten, auf diese einen blechernen Trichter in Gestalt eines 4 Fufs langen Sprachrohrs kitten, dessen unterer Rand auf allen Seiten einen Fufs weit über die Flasche hinausgeht. Auf das obere enge Ende des Trichters wird eine 4 bis 5 Fufs lange zugespitzte eiserne Stange angekittet, und von der Spitze dieser Stange ein Drath weit durch die Luft in ein Zimmer geführt, worin die Versuche

angestellt werden sollen. Uebrigens mufs die Oeffnung, durch die der Drath ins Zimmer geht, weit genug, die Fenster aber müssen verschlossen sein, damit keine Feuchtigkeit ins Zimmer komme. Zur nöthigen Sicherheit wird auch noch von dem Trichter eine besondere Kette bis auf einen Schuh weit von der Erde gerade heruntergeführt; unter dieser Kette soll auch noch eine Metallstange tief in die Erde eingelassen werden, welche oben eine leichte blecherne Platte mit einem Charnier besitzt; es soll nämlich bei sehr starker Electricität dieselbe von der Platte angezogen, und dadurch in der Erde zerstreut werden. Im Zimmer befindet sich ein hölzernes Kästchen, welches zur einen Wand eine Glasscheibe hat, wodurch der Drath geleitet wird. Die Glasscheibe ist inwendig mit Taffet überzogen, damit der innere Raum des Kästchens dunkel bleibe. An einer Seitenwand ist ein Fensterchen angebracht, um hinein sehen zu können. Im Kästchen liegen auf zwei Glasscheiben zwei kleine zugespitzte Metallstangen, mit metallenen Scheiben so, dafs sich immer die Spitze der einen Stange gegen die Scheibe der andern kehrt. An die eine Stange wird der Drath des Fulgurometers, an die andere aber ein anderer Drath befestigt, welcher in den Fufsboden des Zimmers geht. Ist nun die Electricität der Atmosphäre positiv, so wird die mit ihr verbundene Spitze gegen die Scheibe, welche in einer Verbindung mit der Erde stehet, einen Feuerbüschel, und die andere einen leuchtenden Punkt zeigen; ist sie aber negativ, so werden diese Erscheinungen gerade umgekehrt erfolgen.

Noch eine andere Einrichtung hat Donndorff (Lehre von der Electricität, Erfurt 1784 8. B. II. S. 491). beschrieben: man erbauet ein leichtes Haus von Brettern, durch dessen Dach in der Mitte eine 20 Fufs hohe Stange gehet, welche oben mit Spitzen versehen, und unten mit Pech isolirt ist. Damit aber diese Stange nicht schwanke, wird sie am Dache von vielen nach allen Richtungen gehenden seidenen Schnüren gehalten. Einige Fufs über dem Dache ist an ihr eine grofse kupferne Haube angebracht, die den Regen auffängt, und durch eine Rinne in ein isolirtes Gefäfs bringt. Diese Stange ist in dem Hause mit den innern Seiten einiger Leidner Flaschen und mit einer Metallplatte verbunden, welche an seidnen Schnüren aufgezogen und niedergelassen wird. Die äufsern Seiten dieser Flaschen sind mit einem unter der Metallplatte befindlichen Gestelle verbunden. Auf diese Weise werden nun bei Gewittern die Flaschen geladen und hernach entladen, wenn die Metallplatte nahe genug an das Gestelle gebracht wird. Aus der Schlagweite zwischen der Platte und dem Gestelle, kann auf die Stärke der Electricität geschlossen werden.

Der Abt Hemmer (*Ephemerides. societat. meteor. Palat. T. I.* p. 85 bis 87) hatte sowohl auf dem Observationsgebäude in Mannheim als auch über dem Observatorium auf dem Peissenberge einen Electricitätszeiger angelegt, der in Rücksicht seiner Wirkung vortrefflich war, und dem er den Nahmen Blitzfänger oder Wolkenelectricitätsmesser gab. Die Einrichtung desselben ist folgende: (Fig. 11, Taf. XVI). a b ist eine eiserne 20 bis 30 Fufs hohe Stange, welche in eine kupferne Spitze b ausläuft, und unten bei a in ihrer gröfsten Dicke auf einem 1 1/2 Fufs langen Glascylinder ruhet. Dieser Glascylinder ist auf einem drei Fufs hohen Balken A befestiget, und mit einem kupfernen Hute K versehen, um den Regen von der Glassäule abzuhalten. Oberhalb des kupfernen Hutes ist die Stange fg befestigt, welche ins Dach bis ins Beobachtungszimmer herabgehet, und ist, um die Electricität zusammen zu halten, allenthalben durch Glassäulen isolirt. Am untern Ende ist sie mit der eisernen Stange mn verbunden, welche an dem einen Ende eine messingene Kugel P von 2 Zollen im Durchmesser, an dem andern aber zwei an Fäden herabhängenden Hollundermarkkügelchen U und ein

Glockenspiel W besitzt. Eine andere ähnliche Stange r o mit der messingenen Kugel N ist mit der eisernen Stange qp verbunden, besitzt eine Eintheilung von drei französischen Zollen und Linien, um hiernach die Stärke der Electricität zu messen, und kann vor und rückwärts geschoben werden, um die Kugeln P und N in jede beliebige Entfernung von einander zu stellen; cd und lh sind zwei metallene Dräthe, deren Spitzen dazu dienen, die Beschaffenheit der Electricität zu erforschen. Der metallene Leiter qp selbst ist mit der Erde verbunden.

Bei der Untersuchung der Stärke der Electricität zieht man die Kugel N so lange zurück, bis sich zwischen beiden Kugeln kein Knistern hören läfst. Rückt man alsdann die beiden metallenen Stifte cd und lh gegen einander, so kann man sehr leicht die Beschaffenheit der Electricität wahrnehmen.

Kömmt die Spitze der Stange a b in die electrische Atmosphäre, so fahren die Kügelchen U auseinander, und wenn die Electricität stark ist, so fangen die Glöckchen zu läuten an, die electrischen Funken zwischen den beiden Kugeln P und N zeigen sich mit einem Knalle und an einer Spitze der metallenen Stifte cd und lh nimmt man einen Feuerbüschel, und an der andern ein glänzendes Sternchen gewahr. Ist die Gewitterwolke mit Blitz und Donner begleitet, so erfolgt bei einem jeden Blitze ein rasches und knisterndes Hervorbrechen des Feuers aus dieser Maschine, obgleich vorher nur eine schwache, oder gar keine Electricität vorhanden war. Bisweilen aber, jedoch selten, zieht ein Gewitter auch mit Blitz und Donner über die Maschine hinweg, ohne dafs sie das geringste Zeichen von Electricität von sich giebt. In diesem Falle mufs das Gewitter nothwendig so hoch gehen, dafs die Spitze b den Wirkungskreis desselben nicht erreicht. Ein jeder Sprung des Funkens von einer Kugel zur andern, ist jederzeit mit einem Knalle verbunden, der desto stärker ist, je gröfser die respective Entfernung der Kugeln ist.

Die gröfste Schlagweite, die man bisher beobachtet hat, beträgt 9 Linien und etwas darüber. Aus den Spitzen hingegen strömt das electrische Feuer mit einem sanften und leisen Gezische. Nach einem Blitze fallen die Hollunderkügelchen gewöhnlich zusammen, und es hat das Ansehn, als ob die Electricität in dem Augenblicke verschwunden wäre; aber nach einer sehr kurzen Zeit fahren sie wieder auseinander; oft kommen sie nicht einmal bis zur vollkommenen Berührung zusammen. Bei diesem Zusammenfallen der Kügelchen verändert sich gewöhnlich die Art der Electricität in eine andere oft aber auch nicht. Bringt man bei electrischen Gewittern die beiden Kugeln P und N bis zur gänzlichen Berührung an einander, so ist gar keine Spur von Electricität an der ganzen Maschine zu finden, so stark auch die Electricität ist. Sobald man sie aber wieder von einander rückt, so sieht man auch den electrischen Strom wieder, und alle electrischen Phänomene erfolgen wie vorher.

Lampadius bediente sich zu seinen Beobachtungen über die Luftelectricität des Blattgoldelectrometers, wovon er anführt, dafs, wenn es vollkommen trocken erhalten werde, um es höchst empfindlich zu haben, es alle Verdoppler überflüssig mache. Dieses wurde von *A Bennet* (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXVII. übersetzt in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte B. IV. St. 4 S. 419. f.) angegeben. Es kommt im Ganzen mit dem Flaschenelectrometer überein, nur sind statt der an seinen Fäden herabhängenden Kügelchen Streifen von Goldblatt gebraucht. Man findet bei diesem Electrometer den Nachtheil, den die mit Kork oder Hollundermark versehenen Electrometer haben, dafs nämlich die Kügelchen, wenn sie electrisirt sind, lange aneinander hängen, ehe sie sich trennen, nachher aber mit einem

gewissen Ruck auf ein Mal auseinander fahren nicht wodurch sich dieser Electricitätsmesser zu feinen Versuchen sehr empfiehlt. Die ganze Einrichtung desselben ist im Wesentlichen folgende: Zwei Streifchen von geschlagenem Golde; die etwa 2 Linien breit, und 18 bis 20 Linien lang sind, hängen an der Seitenfläche eines keilförmig ausgeschnittenen Stück Holzes oder Zinn (Fig. 12 Taf. XVI.) b, woran sie mit ein wenig Eiweifs oder Firnifs angekittet sind, dicht neben einander und parallel unter sich in der Mitte eines Glascylinders herunter, der etwa 1 1/2 Zoll im Durchmesser hat, und ohngefähr 3 1/2 Zoll hoch ist. Damit die Glasröhre noch besser isolire, so wird der obere Theil derselben ohngefähr 1 1/2 Zoll mit Siegellack überzogen. Der untere Theil der Röhre ist etwas eng in eine messingene Einfassung, die an den Seiten mit weichem Leder oder Sammt ausgefüttert, und unten an dem hölzernen Fufse des Instruments angeschraubt ist. An dem metallenen Deckel q von 4 Zoll im Durchmesser ist ein mit starkem seidenen Zeuge eingefütterter Ring eingelöthet, in welchem sich der obere Theil der gläsernen Röhre schliefst. Auch ist der metallene Deckel q mit einem 3/4 Zoll breiten niedergehenden Rande m versehen, um dadurch die Glasröhre bei Versuchen im Regenwetter gegen die Nässe zu schützen. In der Mitte des Deckels ist ein Loch von 10 Linien im Durchmesser, worin das Stück d eingeschraubt wird, an welches die kleine messingene Röhre a gelöthet ist, worin das konische Stück Holz b gehörig eingepafst ist. Von aufsen wird auch an dieses Metallstück ein 7 bis 8 Zoll langer zugespitzter eiserner Drath geschraubt. Uebrigens läfst sich das ganze Stück d bequem herausnehmen, um die Goldstreifen ankleben zu können. Innerhalb der Glasröhre an zwei entgegengesetzten Seiten sind noch 3 bis 4 Linien breite Stanniolstreifen cc angeleimt, um die Electricität von den Goldstreifchen, welche bis dahin auseinander fahren, und durch den Boden fortzuleiten. Zu derselben Absicht hat auch Böckmann (Grens Journal der Physik B. I. S. 380). den untern Boden des hölzernen Fufses mit Stanniol überzogen. Da es schwer hält, die Goldstreifchen, wie angegeben worden, an diesem Electrometer so zu befestigen, dafs sie parallel herabhängen, so hat *Cavallo* folgende Methode erdacht wodurch dieser Schwierigkeit abgeholfen wird.

Wenn die Streifen geschnitten sind, und auf Papier oder dem ledernen Küssen liegen, so werden sie der Länge nach gleich gemacht, hierauf schneidet man 2 Stückchen feines Goldpapier, jedes etwa 1/2 Zoll lang, und 1/4 Zoll breit, und befestigt diese mit ein wenig Wachs an beide Streifen, nämlich eins an das Ende des einen, das andere an das Ende des andern Streifen, so dafs ohngefähr die Figur des Buchstaben T herauskommt. Hierauf wird nun eins von jenen Stückchen Papier, sammt dem Goldblattstreifen mit den Fingern der einen, und das andere mit den Fingern der andern Hand in die Höhe gehalten, alsdann beide an einander gebracht, und so zusammengerückt, dafs sie beide parallel und glatt hängen. Nun werden beide Stückchen Papier, welche jetzt auf einander liegen, zwischen eine Art von Zange von Messingdrath oder sehr dünn gehämmerten Messingplättchen, welche an dem untern Theile des Deckels oder Huts des gläsernen Gefäfses befestigt ist geklemmt.

Dr. I. P. Pelisson machte sich eine Vorrichtung, die als Blitzableiter, und zugleich als Electroskop diente. Er giebt davon (Schriften der Gesellschaft naturforschende Freunde zu Berlin B. X. St. 1. S. 399; = Beobachtung und Entdeckung aus der Naturkunde von der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin B. IV. St. 1 S. 399). folgende Beschreibung: „Auf dem östlichen Giebel meines Gartenhäufschen in der Spandauer Vorstadt (zu Berlin) habe ich einen hölzernen viereckichten Kasten Fig. 5. Taf. XVI. AB ansetzen lassen: die Seite A B

3 1/2 Fuſs lang und die Seite B 2 1/2 Fuſs rhein. Maaſs. Zur Schlieſsung und Bedeckung dieses Kastens, worin 2 Personen bequem stehen können, dienen die beiden Klappen CC, die, wenn sie, wie in vorgelegter Zeichnung aufgeschlagen sind, zugleich als Tische gebraucht werden können. Oben an der östlichen Seite des Kastens ist eine starke hölzerne Klappe befestigt, in deren Ende die gläserne mit Siegellack überstrichene Röhre E steckt, die leicht abgenommen und wieder eingesetzt werden kann. Auf dieser Röhre stehet ein blecherner auf eben die Art überstrichener Trichter F., der mit einer inwendig angebrachten Tille auf die gläserne Röhre aufgestülpt werden kann; auf dem Trichter ist eine eiserne ebenfalls bestrichene Stange G geschraubt; das oberste Ende dieser Stange ist einen Zoll lang von vergoldetem Messing, und zugespitzt; H ist eine kleine Windfahne, die leicht abgenommen und aufgesetzt werden kann. Am untersten Rande des Trichters F hängt die metallene Kugel I., die zur Ansammlung oder Anhäufung der von der Spitze der Stange GG eingesogenen Electricität dient, und welche die kleinere Kugel K berührend vorgestellt wird. Diese Kugel k kann vermittelst eines Charniers L auf 3 bis 4 Zoll auf und niedergebogen und also von der Kugel I entfernt, oder derselben genähert werden. M ist eine kurze eiserne Stange, woran das Charnier angebracht ist; ihr Ende ist mit einem starken eisernen Drath NNN verbunden, der längst der Giebelseite des Hauses bis auf einige Fuſse von der Erde hinuntergeht, wo er an der nördlichen Seite des Hauses umgebogen und 8 bis 9 Fuſs tief in der Erde eingegraben ist, so daſs auch bei dem niedrigsten Rande des Grundwassers die unterste Spitze des Draths dasselbe erreicht. OO sind zwei von den hölzernen Keilen, die zur Befestigung des Draths hie und da angebracht sind, und aus trockenen mit Siegellackauflösung angestrichenem Buchenholze bestehen.

Diese Abbildung stellt nun einen vollkommenen Ableiter vor, der vor vielen andern den Vorzug hat, daſs er auf einer isolirten Glasstange ruhet, und also beim Einschlagen des Gewitters keine Theilung des schnellen electrischen Stromes zuläſst. Will ich nun meinen Gewitterableiter in ein Electroskop umschaffen, so geschieht dieses augenblicklich also: ich darf nur mit Hülfe des Charniers L die kleine Kugel K von der gröſsern I entfernen; alsdann ist die Stange GG mit dem Trichter F und der Kugel I vollkommen isolirt, und im Stande die bei Entstehung eines Gewitters sich ansammelnde Electricität durch Funken zwischen beiden Kugeln oder mit Hülfe eines Electrometers oder Condensators zu zeigen. Bei diesem Versuche muſs man niemals versäumen, die gläserne Stange abzuwischen, um den angeflogenen Staub, oder die Spinnengewebe, die im Sommer von einem Tage zum andern entstehen, wegzuschaffen, sonst würde die Isolirung unvollkommen bleiben. Hienach kann man leicht erachten, wie wenig man sich auf Electroskope, die an einem unzugänglichen Orte angebracht sind, und die man nicht jedes Mal vorher säubern kann, verlassen darf. Da die Höhe des Giebels von meinem Hause 34 bis 35 Fuſs, und der übrige Apparat bis zur vergoldeten Spitze über 5 Fuſs beträgt, und die nächsten Häuser höchstens 35 Fuſs hoch sind, so können sie dem Electroskop keinen Abbruch thun."

Electrischer Drache.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir doch hier auch noch etwas von dem electrischen Drachen sagen.

Die bekannten papiernen Drachen, welche die Kinder als Spielwerk in die Höhe steigen lassen, haben viele Naturforscher, unter denen Franklin der erste war, als Mittel gebraucht, einen leichten die Electricität leitenden Körper hoch in die Luft zu bringen; hiedurch haben sie den Nahmen electrischer Drache (*draco volaus papyraceus observationibus electricis inserviens*, *Cerf volant electrique*) erhalten. Beim Gebrauche desselben wird anfangs die Schnur stark angezogen, sobald der Drache steigt, läſst man die Schnur immer etwas nach, und läuft zugleich dem Winde entgegen. Dadurch kann er bei einer langen Schnur auf eine beträchtliche Höhe durch den Wind getrieben werden.

Daniel Schwenter hat (in seinen mathematischen Erquickungsstunden, Nürnberg 1651 4. Th. S. 472). das Spielwerk mit den fliegenden Drachen beschrieben, und Muschenbroek (*Introduct. ad philos. natur.* . 573). zeigt wie sie durch den Wind gehoben werden. Franklin wandte dieselben zuerst zur Erkundigung der Luftelectricität im Jahre 1752 an. Die Einrichtung seines Drachen ist schon oben im Texte angegeben. Es verstrich eine geraume Zeit, nachdem er den Drachen hatte fliegen lasser, ehe er nur die mindeste Spur von Electricität wahrnahm. Selbst eine ihm viel versprechendscheinende Gewitterwolke war ohne die mindeste Wirkung vorüber gestrichen; da er schon an der Tauglichkeit des Instruments zur Erreichung seines Zwecks zweifelte, bemerkte er, daſs einige lose Fäden an der hanfenen Schnur gerade in die Höhe standen, und vor einander flohen. Jetzt brachte er das Gelenke seines Fingers an den am Apparate angebrachten Schlüssel, und erhielt einen deutlichen electrischen Funken. Hierauf erfolgten noch mehrere, und als der Regen die Schnur naſs gemacht hatte sammelte sich die Electricität in dem Schlüssel sehr häufig Dieser im Brachmonat 1752 angestellte Versuch war der erste, welcher die Vermuthung Franklins, daſs das bei dem Gewitter Wirksame der Electricität gleich sei, bestätigte.

Nachher haben die Versuche mehrerer Naturforscher mit electrischen Drachen alle das von Franklin erhaltene Resultat bestätigt. Beccaria bediente sich der papiernen Drachen, und nahm bei einigen Stricke, die inwendig einen Drath hatten. Um diese Drachen beständig frei schwebend und zugleich mehr oder weniger straff zu erhalten, hatte er die Stricke auf einen Haspel gewunden, der auf gläsernen Pfeilern ruhete; und sein Leiter hatte eine Communication mit der Axe des Haspels. *De Romas* kam, ohne von Franklins Versuchen etwas zu wissen, im Iahre 1753 auch auf dem Gedanken die Luftelectricität durch fliegende Drachen herabzuleiten. Er war der erste, welcher sich einer mit einem Drathe durchwirkten hanfenen Schnur an einem papiernen Drachen bediente, den er 1 1/2 Fuſs breit machte, so, daſs derselbe 18 Quadrat Fuſs Fläche hatte. Diese Schnur leitete die Electricität aus der Höhe viel stärker ab, als eine hanfene, wenn diese auch selbst naſs war. An das Ende der hanfenen Schnur hing er endlich eine blecherne Röhre, aus der er, wie aus einem Conductor Funken herausziehn konnte. Vermittelst dieses fliegenden Drachen, als derselbe 550 Fuſs hoch gestiegen war, an einer 780 Fuſs langen Schnur, die einen Winkel von beinahe 45 Graden mit dem Horizonte machte, brachte er am 7ten Jan. 1753 um 1 Uhr Nachmittags, aus seinem Ableiter, der 3 Zoll lang, und 1/4 Zoll dick war, Funken heraus, deren Knistern man ohngefähr 200 Schritt weit hören konnte. Während der Zeit, daſs die Funken herausgingen, kam es ihm vor, als ob Spinnweben über sein Gesicht gezogen würden, ob er gleich drei Fuſs von der Schnur entfernt stand. Als er genau Achtung gab, was zwischen den Wolken, die unmittelbar über dem Drathe schwebten, vorging, so konnte er weder Blitz noch Donner

wahrnehmen, auch regnete es nicht. Als er seine Augen gegen den Conductor richtete, bemerkte er drei Strohhalme, welche aufrecht standen, und wie Puppen unter dem Conductor im Kreise herumtanzten, ohne einander zu berühren. Diefs Schauspiel dauerte ohngefähr 1/4 Stunde. Hierauf fieng es ein wenig an zu regnen, wobei er wieder die Empfindung von Spinnweben im Gesichte hatte, und ein beständiges Prasseln hörte. Endlich ward der längste Strohhalm vom Conductor angezogen, und es erfolgten hierauf 3 Explosionen, deren Laut einem Donnerknalle glich. Einige von der anwesenden Gesellschaft verglichen denselben mit dem Platzen der Raketen, andere mit einem gewaltsamen Zerschlagen irdener Krüge gegen einem mit Stein belegten Boden. Man hörte diesen Laut mitten in der Stadt. Der Feuerstrahl der im Augenblicke der Explosion wahrgenommen wurde, hatte eine Länge von 8 Zoll und Breite von 5 Linien. Einige von der Gesellschaft hatten bemerkt, dafs der Strohhalm auf 45 bis 50 Toisen weit von der Schnur abwechselnd angezogen und wieder zurück gestofsen ward, mit dem merkwürdigen Umstande, dafs alle Mal, so oft er angezogen ward, ein Feuerstrahl zum Vorschein kam, und ein Knall gehört wurde, wiewohl nicht so laut als bei der vorigen Explosion. Man empfand dabei einen Phosphorgeruch, und rings um die Schnur zeigte sich ein heller Lichtcylinder von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, ob es gleich Tag war. Als die Versuche beendigt waren, bemerkte man gerade unter dem Conductor ein Loch, welches einen halben Zoll weit, und einen Zoll tief war, und wahrscheinlich durch die Explosion verursacht war. Endlich fiel ein starker Hagel mit untermischtem Regen, wodurch der electrische Drache herabfiel. Beim Niederfallen verwickelte sich die Schnur an einem Dache, und da eine Person dieselbe losmachen wollte, bekam sie einen so heftigen Schlag, und eine Erschütterung durch den ganzen Körper, dafs sie dieselbe loslassen mufste; und als die Schnur an die Füfse einiger andern Personen fiel, erhielten auch diese einen, wenn gleich nicht so heftig erschütternden Schlag. Diese starken Wirkungen veranlafsten *de Romas* zu mehrerer Sicherheit bei seinen Versuchen folgenden Auslader zu erfinden; an dem einen Ende einer gläsernen einige Schuh langen Röhre befindet sich eine blecherne Röhre von der eine messingene Kette bis auf die Erde herabhängt. Hält man alsdann die gläserne Röhre mit der Hand, und nähert sich mit der blechernen Röhre dem durch die Gewitterwolke geladenen Conductor, so entsteht ein Funken, der aber sogleich durch die Kette zur Erde übergeht. Nach *de Romas* soll die Glasröhre wenigstens 1/2 Zoll im Durchmesser haben, und vollkommen trocken, die Kette aber 10 bis 12 Fufs lang sein. (*Memoires presentées à l'Academie des sciences à Paris* T. II. p. 393.)

Als *de Romas* mit diesem electrischen Drachen am 26ten Aug. 1756 einen andern Versnch anstellte, so bemerkte man die aus demselben herausfahrenden Feuerstrahlen auf 10 Fufs lang, und 1 Zoll dick. Dieser Feuerstrahl ward durch die Schnur des fliegenden Drachen durch einen nahe dabei gestellten unelectrischen Körper ohne Schaden abgeleitet, und der Knall gleich einem Pistolenschusse. In einem Briefe an *Nollet* erzählt *de Romas* (*Memoires présentés à l'Acad. à Paris* T. IV. p. 514). dafs er etwa während einer Stunde auf 30 Feuerstrahlen von eben dieser Gröfse erhalten habe, die übrigen geringern nicht gerechnet, welche alle in den dabei stehenden unelectrischen Körper übergingen. Nachher gab *de Romas* noch einen electrischen Wagen an, welchen man von

einem

einem Orte zum andern bringen, und die Schnur sicher darauf aufwinden und nachlassen kann, ohne sie zu berühren. Aber die Maschine ist gar zu sehr zusammengesetzt, als dafs man sich derselben bei dergleichen electrischen Versuchen bedienen sollte, wir glauben daher ihre speciellere Beschreibung, die *Brisson* (*Dictionnaire raisonné de Physique, art. Chariot electrique*) gegeben hat, füglich weglassen zu können. In spätern Zeiten hat man auch die electrischen Drachen zur Untersuchung der täglichen Luftelectricität angewandt. Nach sehr vielen Versuchen die *Cavallo* (Vollständige Abhandl. der Electricität, Leipzig 1797 B. I. S. 320 f.) in dieser Hinsicht angestellt hat, fand er folgende Einrichtung der Drachen am zweckmäfsigsten: es wird ein Drache von Papier in eben der Gröfse, wie ihn die Kinder zum Spielwerk brauchen, verfertigt, und alsdann mit Firnifs überzogen, oder mit gesottenem Leinöl getränkt, damit er vor dem Regen geschützt ist. Die Gröfse ist etwa 4 Schuh Länge, und wenig über zwei Schuh Breite. Was die seidenen und leinenen Drachen betrifft, so erfordern diese starken Wind, wenn sie steigen sollen, und dann sind sie theurer und schwerer zu verfertigen, als die von Papier. Da aber die Schnur zuweilen reifst, und die Drachen verloren gehn, so mufs man sie so einfach und wohlfeil als möglich einrichten. Die Schnur ist besonders der wesentlichste Theil der ganzen Vorrichtung. Nach verschiedenen mislungenen Versuchen fand *Cavallo*, dafs man die beste Schnur erhalte, wenn man einen unechten Goldfaden mit zwei sehr dünnen Bindfaden zusammendrehet. *Cavallo* versuchte auch den Bindfaden zu einem guten Leiter der Electricität zu machen, und ihn daher mit leitenden Materien, z. B. mit Lampenrufs, Kohlenstaub, sehr feinen Schmergel u. d. gl. zu überziehen, aber dieses verbesserte die Schnur nur auf kurze Zeit, indem sich die leitenden Materien von dem Bindfaden sehr bald abrieben. Nach *Nairne's* Vorschlag weichte *Cavallo* die Schnur in gesättigtes Salzwasser, welches zwar gute Dienste that, aber die Hände beim Gebrauche salzig machte, und daher unbequem war.

Was die isolirten Knäuel und andere ähnliche Vorrichtungen anbetrifft, um sich beim Steigen des Drachen vor der Gefahr des Schlages zu schützen, so sind sie alle sehr beschwerlich zu handhaben, und können wegbleiben, indem der, der dergleichen Versuche anstellt, eben nicht in Gefahr ist, einen Schlag zu bekommen. Hiebei ist aber der Fall ausgenommen, wenn der Drache während eines Gewitters steigen soll; denn zu dieser Zeit ist die Gefahr auch beim Gebrauche der möglichsten Vorsicht nicht geringe. Man kann alsdann ohne den Drachen steigen zu lassen, die Electricität der Wolken mit einem Electrometer von Korkkügelchen, welches man unter dem freien Himmel in der Hand hält, oder wenn es regnet, mit einem Regenelectrometer beobachten. Sollte jedoch der electrische Drache bei einer sehr stark electrisirten Luft in die Höhe gestiegen sein, so räth *Cavallo* an, an die Schnur den Haken einer Kette zu hängen, deren Ende auf dem Boden herabfällt. Zur Vorsicht tritt alsdann auch der Beobachter auf einem isolirten Stuhl.

Wenn nun der Drache gestiegen ist, so zieht man die Schnur durch ein Fenster in ein Zimmer, und bindet eine starke seidene Schnur an, die man an einen starken Stuhl, oder an einen festen Tisch befestigt. Auf diesen Tisch wird ein isolirter erster Leiter gestellt, den man durch einen dünnen Drath mit der Schnur an den Drachen verbindet.

An diesen Leiter wird ein Quadrantenelectrometer auf einem gläsernen mit Siegellack überzogenen Stative gestellt, statt dafs man denselben sonst auf dem Leiter befestigte, weil die Schnur bisweilen durch ihr Schwanken und Ziehen den ersten Leiter umwirft, und das Quadrantenelectrometer zerbrechen könnte. Dieses Electrometer zeigt die Stärke der in der Luft befindlichen Electricität an.

Um die Beschaffenheit der Electricität zu untersuchen, kann eine etwa 18 Zoll lange Glasröhre dienen, an deren einem Ende ein Drath mit einem Knopfe eingekittet ist. Man stofst nämlich die Glasröhre an dem andern Ende an, und berührt die Schnur an dem Drathe mit dem Knopfe des Draths. Dieser nimmt, weil der Drath isolirt ist, ein wenig Electricität von der Schnur an, welche schon hinreicht, die Beschaffenheit dieser Electricität zu bestimmen, wenn man den Knopf des Draths an ein electrisirtes Electrometer bringt. Wäre die Electricität nicht stark, so kann man auch selbst an der Schnur durch Annäherung eines electrisirten Electrometers die Beschaffenheit der Electricität untersuchen. Wäre ja kein Electrometer zur Hand, so kann man auch durch die Schnur eine Flasche laden, die ihre Ladung einige Stunden lang behält, und alsdann gelegentlich an einem Electrometer die Beschaffenheit der Electricität erforschen.

Cavallo (Vollständige Abhandlung der Lehre der Electricität, B. I, Leipzig 1797, 8. p. 317 u. f.) hat auch verschiedene Beobachtungen über die Luftelectricität zu Islington, theils mit dem electrischen Drachen, theils mit einem eigenen Luftelectrometer angestellt. Aus denselben hat er folgende allgemeine Gesetze hergeleitet.

1) Die Atmosphäre scheint jederzeit einige Electricität zu besitzen, welche beständig positiv, und bei kaltem Wetter stärker, als bei warmem ist; auch in der Nacht ist sie keineswegs geringer, als am Tage.

2) Durch den Einflufs schwerer Wolken am Zenith und des Regens kann verursacht werden, dafs die gebrauchten Werkzeuge eine negative Electricität anzeigen. Die Annäherung der Wolken vermindert gemeiniglich die Electricität des Drachens; zuweilen hat sie gar keinen Einflufs auf dieselbe, und sehr selten verstärkt sie sie ein wenig.

3) In der Regel findet sich die stärkste Electricität bei dickem Nebel und bei kaltem Wetter; die schwächste hingegen bei trüber, warmer und zum Regnen geneigter Witterung.

4) An sichern Orten ist die Electricität stärker, als an niedrigern, und wenn diese Regel in einiger Entfernung von der Erde noch Statt findet, so mufs die Electricität in den obern Gegenden der Atmosphäre sehr stark sein.

5) Der electrische Funken, den man aus der Schnur des Drachens, oder aus einem damit verbundenen isolirten ersten Leiter zieht, ist, besonders bei trockener Witterung, sehr selten länger als ¼ Zoll, aber ausserordentlich ste-

chend, und er scheint mehr dem Schlage aus einer geladenen Flasche, als dem Funken aus dem ersten Leiter einer Electrisirmaschine ähnlich. Ueberhaupt ist die Electricität des Drachens stärker oder schwächer, je nachdem die Schnur länger oder kürzer ist; sie bleibt aber nicht mit der Länge der Schnur proportional.

6) Wenn das Wetter feucht und die Electricität stark ist, so wird dieselbe, wenn ein Funken aus der Schnur des Drachens gezogen worden, mit grofser Geschwindigkeit wieder ersetzt; bei trockener und warmer Witterung hingegen geschieht dieser Ersatz ausserordentlich langsam.

Die mehrsten und zuverläfsigsten Beobachtungen über die Luftelectricität hat *de Saussure* (*Voyages dans les Alpes, p. Hor. Bened. de Saussure, T. II, à Génève* 1786, 4. *Chap.* 28) angestellt. Er fand, dafs die Electricität der Atmosphäre in verschiedenen Höhen über der Erdfläche sehr verschieden, und selbst an ein und eben demselben Orte vielen Veränderungen unterworfen sei. Seine Beobachtungen haben ihm ferner gezeigt, dafs die Electricität an den höchsten Orten sich am stärksten zeige; dafs sie bei Nebeln vorzüglich anzutreffen sei, und immer mehr zunehme, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Man findet die stärkste Electricität in dichten Nebeln und in dichten dunkeln Wolken, welche sie aber verlieren, wenn sie sich in Nebel auflösen. Eben so fand er, dafs die Electricität in den hellsten und heitersten Tagen so wohl im Sommer als Winter am Tage und in der Nacht, bei Sonnenschein und im Thaue positiv, aber einer merklichen Veränderung unterworfen sei, indem nemlich die Electricität der heitern Luft im Winter von der Zeit an, da der Thau völlig niedergeschlagen ist, bis zum Sonnenaufgang am schwächsten ist, nachher aber zunimmt, und fast immer noch vor Mittage einen gewissen höchsten Grad erreicht, nachher aber wieder abzunehmen scheint, bis sie bei dem Falle des Thaues oft am stärksten, und hierauf stuffenweise wieder schwächer wird. Nahe an der Erdfläche bemerkte er entweder gar keine oder doch nur eine geringe Spur von Electricität. Gewöhnlich war die Höhe, in der er die Luftelectricität wahrnahm, 4 bis 5 Fufs, bisweilen so hoch, als er mit der Hand reichen konnte, ja zuweilen, indessen sehr selten, bedurfte es noch einer gröfsern Höhe, um Spuren von Electricität zu erhalten. Zu andern Zeiten zeigte sein Electrometer schon Electricität, wenn es gleich ohne Leiter auf der Erde stand. Bei heiterm und stillem Wetter fand er die Electricität der Luft erst in einer Höhe von 40 bis 50 Fufs merklich.

Le Luc behauptet, die Wolken hätten nie eine negative Electricität, und wenn sie sich wirklich so zu zeigen scheinen, so sei dieses eine blofse Täuschung, indem dieses allein vom Einflusse der Wirkungskreise, und von der beim Blitze entstehenden Abwechselungen positiver und negativer Luftschichten

herrühre. *Lampadius* aber will (Versuche und Beobachtungen über die Electricität und Wärme der Atmosphäre, angestellt im Jahre 1792; nebst der Theorie der Luftelectricität nach den Grundsätzen des Herrn de Luc; Berlin 1793, 8.) sehr oft auch ohne Blitz die Electricität der Wolken anhaltend negativ gefunden haben, und glaubt daher, dafs es wirklich Wolken gebe, die mit negativer Electricität gefüllt sind.

Read in Knightsbridge stellte vom Jahre 1789 bis 1790 verschiedene Beobachtungen über die Electricität der Atmosphäre an. (*Philosoph. Transact.* Vol. LXXXI, übersetzt in Gren's Journal der Physik, B. VI, p. 234 f.) Er fand sie unter 397 Malen 241 Mal positiv, und 156 Mal negativ electrisch; die Electricität war 98 Mal so stark, dafs die Kugel seines Apparats Funken gab; nur an 7 Tagen des ganzen Jahrs hindurch bemerkte er mitunter gar keine Eleatricität. An gewissen Tagen schien sie so veränderlich, dafs die Korkkügelchen von Minute zu Minute mit + E und — E abwechselten.

Cotte zu Montmorenci hat aus seinen dreifsigjährigen meteorologischen Beobachtungen folgende Resultate hergeleitet: (*Brugnatelli Bibliotheca fisica d'Europa*, aus dem Italienischen übersetzt, Th. I, Leipzig 1793, 8.):

1) Die Electricität äufsert sich öfters ohne Gewitter, als im Gewitter.

2) Sie wird häufiger durch trockne, als durch regnichte Wolken veranlafst.

3) Sie ist öfter positiv als negativ, besonders wenn sie durch stehende Wolken veranlafst wird; im entgegengesetzten Falle ist sie sehr veränderlich.

4) Die Atmosphäre gibt Anzeigen auf Electricität zu allen Zeiten, und zu jeder Stunde des Tages und der Nacht.

Haller in Fulda will vermittelst Beobachtungen, die er von 1792 bis 1796 machte, gefunden haben, dafs der Gang der atmosphärischen Electricität das Jahr hindurch folgender ist: Im Winter sind die Anzeigen derselben schwach; wenn es hoch kömmt, so fahren an dem Explorator kleine Funken über. Gegen das Frühjahr wächst sie allmählig, so, dafs sie gegen die Mitte des Monats März das Fadenelectroscop kräftig afficirt. Im April zeigt sie sich zuweilen am Tage, sehr oft in den sogenannten Aprilstürmen, häufig durch Glockenspiel und Funken. Gegen das Ende des Aprils und im Mai beweiset sich ihre Stärke durch reissende Ströme an der Maschine. In den Sommermonathen Junius und Julius sprüht die Maschine Funken, so oft es blitzt; dann ist Stillstand, bis auf einen neuen Blitz; hagelt es, so ist rascher Feuerstrom, der durch einen einfallenden Blitzstrahl augenblicklich gestillt wird, um wieder lebhaft anzufangen. Fallen im Herbste Stürme und Strichregen ein, so kehrt die Scene des März zurück; bedecken endlich die Herbstregen den ganzen Horizont, dann sind alle Spuren der Electricität verschwunden. Die Ausnahmen hievon sind sehr selten. Uebrigens haben ihn seine Beobachtungen noch belehrt, dafs

durch die Frühlingsregen mehr electrische Materie aus der Atmosphäre herabkomme, als durch alle Donnerwetter des Sommers zusammengenommen. Denn

1) Regne es in den Monaten März, April und Mai sehr häufig, ohne dafs man Donner höre, oder Blitz sehe, und dennoch sei die Maschine in voller Bewegung, besonders wenn Graupenhagel einfalle. Hingegen herrsche in den Sommermonathen eine Reihe von heitern Tagen, die sich auf 2 bis 3 Wochen erstrecke, und diese Reihe komme von Zeit zu Zeit wieder; während dieser Zeit regne es nicht ein Tröpfchen, und die Maschine stehe todt da. Die Vergleichung der Fälle für das Frühjahr mit den für den Sommer gibt für das Frühjahr einen augenscheinlichen Ueberschufs an herabkommender electrischer Materie.

2) Der Einwurf, dafs die Blitzmenge, die durch ein einziges Sommergewitter herabkomme, vielleicht so grofs sei, als die Menge, die durch mehrere Frühlingsregen herabgeleitet werde, sei ganz ungegründet, indem eine genaue Vergleichung ganz deutlich beweise, dafs dem Erdboden im Frühjahre ein Ueberschufs an Blitzmaterie zugeführt werde.

Die Erfahrungen haben gelehrt, dafs starke Winde die Luftelectricität schwächen. (Fischer's phys. Wörterb. B. III, p. 338.)

Hemmer will (an seinem weiter unten in der Note angegebenen Wolkenelectricitätsmesser) (*Ephemerid. societat meteor. Palat.* T. I, p. 85 ff.) beobachtet haben, dafs bei ein und dem nemlichen Gewitter, wo die Maschine Electricität zeigt, selten der nemliche Zustand der Electricität bleibt, und die Art derselben oft sehr schnell abwechselt. *Hemmer* fand sie einst in einer Viertelstunde 8 Mal verändert. Ferner zeigten sich ihm die mehrsten Erscheinungen der Electricität vom April bis zum August, ohne dafs es gerade immer blitzte und donnerte; die Erscheinungen wurden auch ohne Blitz und Donner, und zwar in einem jeden Monate beobachtet; besonders war bei stürmischen Schnee und Regenwetter die Electricität oft eben so stark, als bei den stärksten Gewittern im Sommer. Die electrischen Erscheinungen dauerten oft 3 bis 4 Stunden, oft aber auch kaum einige Minuten.

Toaldo hat beobachtet, dafs fast keine Electricität bei Nacht in der Atmosphäre vorhanden sei. (de la Metherie über reine Luft, I, p. 309.)

Verhalten der atmosphärischen Luft beim daurenden ruhigen Stehen.

Albert v. Haller hat (in s. *Element. Physiol. Lib. VIII, Sect. III,* §. *XII*) mehrere Schriftsteller gesammelt, die beobachtet haben wollen, dafs die Luft durch blofse Ruhe verdorben werde, ohne dafs man einsehen könne, wie etwas fremdartiges habe hinzu kommen können, dafs sie alsdann die Flamme auslösche und Thiere erslicke; *de Smeth* will bemerkt haben, (*Dissert. de*

aëre fixo, *Traiect. ad Rhenum*, 1772, §. 18) dafs lange gestandene Luft das Kalkwasser trübe mache; *Priestley* hingegen versichert, (*Experiments and Observations on differend kinds of air*, Vol. I, p. 161; *Encyclop. méthod.* III, p. 384 et 464) er habe atmosphärische Luft anderthalb Jahre aufbewahrt, ohne dafs sie im Geringsten verdorben sei. Auch *Weber* (über die gemeine und durch Auflösung aus Körpern entwickelte Luft, Landshut 1785) führt an, die Luft bleibe unverändert ein feines durchsichtiges, farben- geschmack- und geruchloses, fühlbares Wesen, wenn sie in einem hermetiseh verschlossenen Gefässe aufbewahrt werde. *Döttler* will gefunden haben, (Gilbert's Annal. der Physik, III, p. 196) dafs in atmosphärischer Luft, die ein Jahr hindurch in völliger Ruhe in einer 5 Fufs langen und 1¼ Zoll weiten wohl verschlossenen Röhre aufbewahrt war, ein hineingetauchtes Licht oben verlöschte, unten aber stärker brannte, als in gemeiner Luft.

Wärme der atmosphärischen Luft.

Magellan führt (*Essai sur la nouvelle theorie du feu elementaire et de la chaleur des corps etc.*, *Londres* 1780) in einer ihm von *Kirwan* mitgetheilten Tabelle an, die specifische Wärme der atmosphärischen Luft verhalte sich zu der des Wassers : : 18,670 : 1,000; *Bergmann* gibt (phys. chem. Werke, Th. III, p. 558, (der Uebersetz. von Tabor) das Verhältnifs : : 18,000: 1,000. *Morgan* sagt (Adair Crawford's Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme u. s. w. mit Wilhelm Morgan's Erinnerungen wider die Theorie des Hr. Crawford, Leipzig 1785, p. 101) *Crawford* habe durch Anwendung der allgemeinen Regel des Herrn *Irwine* gefunden, dafs sich die spec. Wärme der atmosphärischen Luft zu der des Wassers : : 18,6: 1 verhalte.

Crawford selbst aber gibt in der zweiten Ausgabe seines Werks (*Experiments on animal heat and inflammation*; Versuche über die Wärme der Thiere und die Entzünd. aus dem Englischen, Leipzig 1789) das Verhältnifs : : 1,79: 1 an.

Thomson bemerkt (System der Chemie, übersetzt von Wolff, I. p. 506) nach *Crawford* sei das Verhältnifs der spec. Wärme der atmosphärischen Luft zum Wasser bei gleichen Gewichten, 1,7900 : 1,0000, bei gleichem Volum 0,002183 : 1.

Black sagt (Vorlesungen über die Gr. der Chemie, p. 132) wenn man von hohen Bergen herabsteige, so werde die Luft um 1° wärmer für jede 200 Fufs senkrechter Höhe der Atmosphäre. 1)

1) *Die Alten kannten die Ursache, warum die Luft nahe an der Erde wärmer sei als in höhern Gegenden. Aristoteles erklärt dieses aus dem Zurückwerfen der Son-*

Die empfindbare Wärme der atmosphärischen Luft ist an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden.

Lampadius sagt: (Grundrifs der Atmosphärologie, p. 18) die Extreme der Wärmegrade in der Atmosphäre seien sehr beträchtlich, man könne sie zwischen 50 — 0 und 50 + 0 nach *Reaumur* setzen.

Einige Beobachtungen der Temperatur in verschiedenen Höhen sind folgende:

1) Bei Luftfahrten beobachtet.

Charles.

In der Höhe von 11084 Fufs bei Paris 4,0 — 0; an der Erde 6,0 + 0.

Guyton Morveau.

In der Höhe von 10631 Fufs bei Dijon, am 25ten Aprill, 2,6 — 0, und an der Erde 10,6 + 0.

Robertson.

In der Höhe von 3600 Toisen über Hamburg, den 7ten Juli, 1803 1° — 0, an der Erde 17° +.

In der Höhe von 2400 über Hamburg, den 11ten August, 1° + 0, und an der Erde 21° +.

2) Auf Bergen.

Mulgrave.

In der Höhe von 1503 Fufs auf dem Hackluytberge 4,4 + 0, am Fufse 8° +.

v. Humboldt.

Höhe 2773 Toisen auf dem Antisana 1,5 + 0, den 16ten Merz.

Höhe 303 Toisen, Chimborasso, 1,3 — 0.

v. Saussure.

Höhe 1421 Toisen am Fufse des Montblanc 2,5 +, und zu Genf 15 + 0.

Montperdü in den Pyrenäen, Höhe 1291 Toisen 5,5 +, zu Tourbes am Fufs des Berges 20 + 0.

Kirwan hat (*An Estimate of the Temperatures of different latitudes, London* 1787, 8.; Kirwan's Angabe der Temperatur von den verschiedenen Brei-

nenstrahlen von der Oberfläche der Erde. ,, — — Ὅταν ἀπωϑῇ τὸ νέφος εις τὸν ἄνω τοπον μᾶλλον ὄντα ψυχρὸν, διὰ τα ληγειν εκει τὰς απὸ της γῆς των ακτίνων ἀνάκλασεις (*Arist. Meteor. L. I. c* 12). *Eben diese Ursache nimmt auch Seneka an*: ,,Quod radii solis a terra resiliunt et in se recurrunt. Horum duplicatio proxima quaeque a terris calefacit. Quae ideo plus habent teporis, quia solem bis sentiunt.'' (Naturae Quaestiones L, IV). Newton *hat durch seine Entdeckung die Wahrheit dieser Meinung erwiesen.*

ten u. s. w.; aus dem Engl. von Crell, Berlin 1788, 8.) über die Wärme zu verschiedenen Zeiten folgende allgemeine auf Beobachtungen sich gründende Sätze aufgestellt.

1) der Januar ist der kälteste Monat; der wärmste hingegen ist in Breiten über 48 der Julius, in geringern Breiten der August.

2) December und Januar, auch Junius und Julius sind wenig unterschieden. Ueber 30° Breite weichen August, September, October und November mehr von einander ab, als Februar, Merz, April und Mai. In geringern Breiten sind die Unterschiede nicht so grofs. Im April ist die Wärme der mittlern am nächsten. Also erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Ursachen schon anfangen abzunehmen, und sie nehmen nach diesem Maximum schneller ab, als sie vor demselben zunahmen.

3) Auf 20° vom Aequator sind die Unterschiede zwischen den wärmsten und kältesten Monaten gering, werden aber gröfser, je weiter man sich vom Aequator entfernt.

4) In den gröfsten Breiten, besonders um 59 und 60° trift man Sommerwärme von 75 bis 80 Grad an, und es ist oft im Julius wärmer, als unter 51° Breite.

5) Jede bewohnbare Breite hat wenigstens zwei Monate hindurch eine Wärme von 60 Grad.

6) Seen und Gebirge mäfsigen die Kälte in den gröfsern, und die Hitze in den geringern Breiten.

In den gemäfsigten Zonen werden die Abwechselungen der Wärme weit gröfser, und die besondere Lage der Orte hat auf dasige Luftwärme weit mehr Einflufs. So ist z. B. Sibirien wegen seiner hohen Lage äufserst strenger Kälte ausgesetzt; auch Astrakan und Quebek haben strenge Winter, ob sie gleich südlicher liegen als Paris. In der südlichen Zonne ist die Kälte des Winters strenger, als in der nördlichen.

Professor *Pictet* in Genf suchte die mittlere wahre Wärme der vertikalen Luftsäule, die zwischen zwei in der Höhe von einander beträchtlich abweichenden Standpunkten eingeschlossen ist, kennen zu lernen. Anfänglich gebrauchte er dazu einen Mastbaum von 50 Fufs, und in der Folge einen andern von 75 Fufs Länge. Die ersten Versuche stellte er in den Monaten August und September 1778 an, wobei er auf Spuren bisher völlig übersehener Phänomene kam; er wiederholte sie deshalb das Jahr darauf mit einem bequemen Apparate; von deren Erfolge Nachstehendes Rechenschaft giebt. Der Mastbaum oder die Stange ward auf einer weiten Ebene aufgepflanzt, und durch starke Seile, die in schiefer Richtung auf die Erde hinab giengen, in seiner vertikalen Stellung erhalten. Oben an dem Mastbaume war ein horizontaler Arm von ohngefähr

18 Zoll

18 Zoll Länge angebracht, an dessen äusserstem Ende eine Rolle befestigt war, vermittelst deren man ein oder mehrere Thermometer mit der gröfsten Schnelligkeit hinauf ziehen oder herab lassen konnte; das obere Ende der Stange wurde matt geschwärzt, um alles Zurückwerfen der Wärme zu verhindern; dem Arme gab er einerlei Richtung mit der Ebene des Meridians, dafs der Schatten der Stange in keinem Falle auf das Thermometer fallen konnte.

Ausser den Thermometern, welche auf und abgelassen wurde, brachte er noch andere in verschiedenen Entfernungen von der Erde von 5 zu 6 Schuh bis auf 4 Linien an, die durch einen sehr feinen vertikal gespannten Seidenfaden gehalten wurden. Eines von diesen hieng 2 Zoll von der Stange und 5 Fufs von der Erde entfernt. So wie sich die Sonne drehete, rückte er dieses auf die Seite, dafs es ihr gerade gegenüber, folglich immer im Schatten stand. Endlich legte er auch eins auf die Erde, dessen Kugel er genau eingrub; dieses sollte die Temperatur der Oberfläche des Bodens zeigen, während auf den andern der übereinstimmende Stand in der Luft beobachtet wurde. Seine Thermometer waren sämtlich mit Quecksilber gefüllt, mit Genauigkeit verfertigt, und unter sich übereinstimmend. Die Kugeln und der untere Theil der Röhre waren vollkommen isolirt, und vor allem Einflufs der Futterale, die aus Zinn, Silber oder Elfenbein waren, sicher gestellt. Die Kugeln waren von mittelmäfsiger Gröfse, so, dafs die Thermometer in 6 bis 7 Minuten, die Temperatur der ruhigen Luft, in die sie gesetzt wurden, annahmen. Ueberdies hängte er an der Spitze der Stange das langsamste von allen auf, um gesichert zu sein, dafs es in den 5 bis 6 Sekunden, während es herab gelassen ward, keine merkliche Veränderung litte.

Er fieng gewöhnlich mit Tagesanbruch an, die Thermometer zu beobachten, und alle zeigten übereinstimmend eine Zunahme der Kälte, je mehr sich die Sonne ihrem Aufgange näherte. Der kälteste Augenblick war unmittelbar vor dem Aufgange, und nach diesem fiengen die Thermometer sogleich wieder an zu steigen; dieses Steigen dauerte, doch mit verschiedenen Schritten, bis gegen 3 Uhr Nachmittags, wo man allgemein die gröfste Wärme fand. Das in der Oberfläche der Erde eingegrabene Thermometer zeigte alsdann zur Sommerszeit eine beträchtliche Wärme, ja er sahe es an einem warmen Tage des Augusts auf 45° der achzigtheiligen Skale. Die Winde änderten den gleichförmigen Gang der Thermometer sehr, und an Tagen, da die Luft stürmisch war, war er immer oscillirend. Eine Wolke bedeckte die Sonne, und plötzlich fielen die Thermometer. Nie war aber ihr Gang regelmäfsiger, als an den ruhigen gleichförmig trüben Tagen, die in der Gegend von Genf im Herbste so häufig sind.

Während 24 Stunden hatten die beiden Thermometer in der Höhe von 5 und 75 Fuſs über der Erde bei stillem und heiterm Wetter folgenden Gang: des Morgens ohngefähr zwei oder drittehalb Stunden nach Aufgang der Sonne stehen beide gleich hoch, und zeigen gleiche Temperatur, kleine Oscillationen ausgenommen, die durch zufällige Umstände verursacht wurden. So wie sich die Sonne mehr und mehr erhebt, erwärmt sich das Thermometer in 5 Fuſs Höhe von der Erde mehr, als das in 75 Fuſs Höhe, und ihr gröſster Unterschied, der in den wärmsten Augenblicken des Tages Statt hat, geht ohngefähr bis auf 2° der achtzigtheiligen Skale; um so viel steht das untere Thermometer höher als das obere. Ist einmal das Maximum des Unterschieds vorüber, so nähern sich beide Thermometer, und treffen einige Zeit vor Untergange der Sonne aufs Neue zusammen; dann gehen sie auf eine der vorigen ganz entgegengesetzte Art von einander ab, das untere hält sich niedriger, als das obere, ihr Unterschied nimmt von dem Untergange der Sonne an, schnell zu, und geht bis auf 2°, und gegen das Ende der Dämmerung zuweilen darüber.

Dieser Unterschied bleibt die Nacht über der nemliche, wenigstens nimmt P. dieses deshalb an, weil er bei seiner letzten Beobachtung um 11 Uhr Nachts, und bei seiner ersten bei Anbruch des folgenden Tages, das Thermometer in 5 Fuſs Höhe beständig um 1 bis 2° niedriger fand, als das in der Höhe von 75 Fuſs. Das nemliche Verhältniſs behalten sie noch während der ganzen Morgendämmerung bei, und erst einige Zeit nach Aufgang der Sonne fangen sie wieder an, sich zu nähern, und ohngefähr nach 2 Stunden erreichen und überfangen sie einander aufs Neue. Dieses ist der beständige Gang der beiden Thermometer in 5 und 75 Fuſs Höhe von der Erde, wenn das Wetter ruhig und heiter ist. Dasselbe findet zu allen Jahrszeiten Statt, selbst der Winde und Wolken ohngeachtet; obgleich im letztern Falle weniger merklich; und nur in vollkommen und gleichförmig trüben Tagen, wenn heftige Winde wehen, oder dicke Wolken am Himmel sind, geschieht es, daſs diese beiden um 70 Fuſs entfernten Thermometer den ganzen Tag über, und doch nur beinahe, zusammentreffen. 1)

1) Zur Messung der freien Wärme der Luft bedient man sich der Instrumente, die man von ihrer Anwendung Wärmemesser, Thermometer, Themoskop (Thermometrum, Thermoscopium, Thermomètre) nennt. Ob man dieselben gleich äuch gebraucht, die freie Wärme anderer Körper zu bestimmen, so macht man die allgemeinste Anwendung von demselben doch bei der Bestimmung der Veränderungen in der freien Wärme der Luft. Wir können deshalb nirgends paſslicher sie summarisch beschreiben, als hier, wenn wir schon das Detail über die Einrichtung der einzelnen bis zur Abhandlung des Verhaltens der Körper, die ihnen zur Grundlage dienen, zur Wärme versparen.

Es ist bekannt, dafs die Wärme die Körper ausdehnt. (Siehe Körper und Wärme im Th. II.); es kann also durch die Schätzung der gröfsern oder geringern Ausdehnung die gröfsere oder geringere Wärme bestimmt werden. Es zeigt aber auch die Erfahrung, dafs bei einerlei fühlbarer Wärme verschiedene Körper sich verschiedentlich dehnen, und dafs besonders die flüssigen Körper die Ausdehnung durch die Wärme am merklichsten zeigen. Daher bedient man sich auch zu den Thermometern gewöhnlich der flüssigen Materien, wie Quecksilber, Weingeist, Luft u. dgl. welche man in eine Glaskugel mit einer engen Röhre so einschliefset, dafs ihre Oberfläche in der Röhre steigt, wenn sie sich ausdehnen, hingegen fällt, wenn sie sich zusammenziehen. Durch den höhern Stand der Flüssigkeit wird dann eine gröfsere Wärme derselben oder des umgebenden Mittels, und durch den niedrigern Stand derselben eine geringere angedeutet. Auch gebraucht man zuweilen feste Körper, z. B. Metalle statt der flüssigen.

Indessen steht es bis jetzt noch gar nicht in unserer Gewalt, die Gröfsen der Veränderungen auf verschiedene Art genau mit einander zu vergleichen, und zu bestimmen, ob die Wärme zu einer Zeit 2, 3 Mal u. s. f. so grofs sei als zu der andern. Es verdienen daher Instrumente dieser Art den Namen der Thermometer (d. Gemäfse für Wärme) gar nicht, sondern man könnte sie richtiger Thermoskope, Wärmezeiger nennen. Denn daran ist nicht zu zweifeln, dafs durch Instrumente dieser Art angezeigt wird, ob die Wärme gröfser oder gegeringer ist, als zu einer andern Zeit.

Dalanié führt (Traité des barometres, thermométres et notiometres, Amst. 1688, 8.) an, dafs das Thermometer von den Meisten als eine Erfindung eines Landmanns aus Alkmar in Nordholland, Cornelius Drebbel, angesehn werde, durch den es in der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts in Holland und England bekannt wurde. Einige haben indessen dem Cornelius Drebbel die Ehre der Erfindung des Thermometers nicht zugestehn wollen, sondern sehen dasselbe den Nachrichten des bekannten Engländers Robert Fludd zu Folge als ein längst bekanntes Instrument an. Es liefs nämlich derselbe in seiner Philosophia Moysaica, lib. I. cap. 2) ein Thermoskop in Kupfer stechen, und bemerkte dabei, er habe den Abrifs davon in einer Handschrift, die wenigstens 500 Jahre alt gewesen, gefunden. Paschius (Tractat. de novis inventis. Lips. 1700. 4. p. 625) führt deshalb ohne weitere Untersuchungen dieses Vorgeben als eine gewisse Wahrheit an, weshalb er mit den Worten schliefst: ergo sic huic quoque invento sua constat antiquitas. Nach dieser Anführung müfste aber die Erfindung in die allerdunkelsten Zeiten gefallen seyn, in denen weder die Physik noch Mechanik bearbeitet wurde. Fischer findet es daher (phys. Wörterb. B. V. p. 48) sehr wahrscheinlich, dafs Fludd, der gerade damals in Oxford lebte, als Cornelius Drebbel beim Könige von Engelland gegenwärtig war, und Nachricht von dem Thermometer erhielt, aus Neid oder andern Ursachen die angeführte Handschrift erdichtete.

Der berühmte Arzt Sanctorius zu Padua führt (Commentar. in Galenum art. medic. in gleichen Commentar. in Avicen. T. I.) an, dafs er ein Werkzeug erfunden habe, das zur Erforschung der verschiedenen Temperatur des Körpers der Kranken diene. Daher haben Poleni (Institut. philos experiment.), Malpighi (Opp. posthuma p. 30) und Borelli ohne weiters diesem Arzte die Erfindung des Thermometers zugeschrieben. Fischer bemerkt (a. a. O.) man könne

sonst den beiden ersten Florentinern keine Partheilichkeit, selbst nicht für die Gelehrten der Paduanischen Schule Schuld geben, und Musschenbroek (Introduct. ad philosoph. naturalem. T. II, §. 1565) bemerkt, es sei das Instrument des Sanctorius den Auswärtigen nicht bekannt gewesen; daher könne man von dieser Quelle die frühe Verbreitung des Thermometers in England und Holland nicht ableiten.

Ferner wird noch die Erfindung des Thermometers vom Viviani dem Galilei, und vom P. Fulgenzio dem grofsen venetianischen Theologen Paul Sarpi (gewöhnlich Fra Paolo genannt) zugeschrieben; indessen geschah dieses erst nach ihrem Tode, und es war wohl an diesem Vorgeben nur die Eitelkeit der Italiener Schuld, ihren Landsleuten alle merkwürdige Entdeckungen zuschreiben zu wollen.

Aus allem diesem erhellet, dafs der eigentliche Erfinder des Thermometers unbekannt ist; es bemerkt deshalb Sturm in seinem Collegio curioso, es sei wohl schwerlich zu erwarten, dafs der eigentliche Erfinder des Thermometers mit Gewifsheit ausgemittelt werde.

Das Drebbel'sche Thermometer, so wie das des Sanctorius, gaben die Wärme durch Ausdehnung der Luft an, man findet deshalb ihre nähere Beschreibung unter Luft und Wärme. In der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts verfertigten die Mitglieder der Academie zu Florenz Thermometer, die schon mehr Vollkommenheit als die Drebbel'schen hatten. (Tentamin. acad. del Cimento ed. Musschenbroekii, P. I. p. 2 sqq.) Der thermometrische Körper war bei ihnen gefärbter Weingeist. Man findet daher ihre Einrichtung, so wie ihre Verbesserung durch Renaldini zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts (Philosophia naturalis. Patav. 1694. fol. T. III. p. 776; ingl. Acta eruditor Lips. supplement, T. II. sec. 10, p. 453) unter Weingeist und Wärme.

Newton (Philosoph. Transact. 1701 n 270) verfertigte sich ein Thermometer von Leinöl, weil dieses mehr Hitze verträgt als der Weingeist ohne zu kochen, und bestimmte dadurch einige beständige Grade der Wärme, die er in eine Tabelle brachte. Hiebei legte er die Punkte zum Grunde, an welchen das Leinöl im schmelzenden Schnee und bei der Wärme des menschlichen Bluts stand. Den Abstand zwischen beiden Punkten theilte er in 12 gleiche Theile, und fand alsdann die Wärme des siedenden Wassers 34, die des geschmolzenen Zinnes, das zähe zu werden anfängt, 72 u. s. w., welches er aber irrig für absolute Gröfsen der Wärme hält.

Um eben diese Zeit verfertigte Amontons sein Luftthermometer (Memoir. de l'Acad. à Paris, an. 1702, p. 1 sq.) das man unter Luft und Wärme beschrieben findet.

Die ersten übereinstimmenden Thermometer wurden von dem hiedurch sehr berühmt gewordenen Künstler aus Danzig, Daniel Gabriel Fahrenheit zu Stande gebracht. Im Jahre 1714 schenkte er an Wolf zwei Weingeistthermometer von etwa 7 Zoll Länge, die vollkommen mit einander übereinstimmten. (Relatio de novo thermometrorum concordantium genere in den act. erud. Lips. 1714, Aug. p. 380 sqq. und Wolfs nützliche Versuche, Th. II. Cap. 5, §. 71.) Etwa 10 Jahr darauf wurde Fahrenheits Verfahren selbst beschrieben. (Philosoph. Transact.

1724, n. 382, p. 78.) In den Philos. Transact. (n. 381, p. 1 sqq.) sagt Fahrenheit, er habe einen Versuch gemacht, ein Amonton'sches Luftthermometer zu verfertigen, sei aber durch Schwierigkeiten und Mangel an Zeit davon abgehalten. Es sei ihm aber eingefallen, was Amontons von dem Einfluſs der Wärme auf die Höhe der Quecksilbersäule sage, und dieſs habe ihn auf den Gedanken geleitet, daſs man vielleicht Quecksilberthermometer verfertigen könne. Er habe auch wirklich ein Thermometer dieser Art zu Stande gebracht. Das übrige von seinem Thermometer sehe man bei Quecksilber und Wärme.

Um die Zeit, da die Fahrenheit'schen Thermometer bekannter wurden, gab de Reaumur (Règles pour construire des thermometres, dont les dégrés sont comparables; in den Memoires de l'Academ. royale des sciences de Paris 1730, p. 452 sqq. 1731, p. 250) eine neue Einrichtung des Weingeistthermometer an. Man sehe Weingeist und Wärme, wo man auch die Versuche von Gaubert und de Luc zur Vergleichung der Weingeist- und Quecksilberthermometer findet.

Im Jahre 1733 überreichte auch de l'Isle der Academie zu Petersburg ein neues Quecksilberthermometer (Nov. comment. Petropol. T. VII.), dessen Beschreibung man bei Quecksilber und Wärme findet, woselbst auch Weitbrecht's Versuche (de Thermometris concordantibus in Comment. Petropol. T. VIII. p. 310), die Genauigkeit dieses Thermometers zu vermehren, aufgeführt sind.

Ueber de la Hire's, Poleni's, Martine's, Hales's Weingeistthermometer; das, dessen man sich zu den in den Edinburgischen Medical Essays angeführten meteorologischen Beobachtungen bediente; das von Ducrest aus Genf (Description de la méthode d'un thermometre universel, à Paris 1748, 8; Recueil des pièces sur les barometres et thermomètres, à Basle 1757, 4; Mich. Dücrest kleine Schriften von Barometern und Thermometern, übersetzt von M. J. C. Thenn, dritte Auflage, Augsburg 1770. 8.) angegebene sehe man Weingeist und Wärme. Bei Quecksilber und Wärme findet man hingegen die von Christen und Celsius angegebenen Quecksilberthermometer.

Jetzt ist man allgemein übereingekommen, die Temperatur des zergehenden Schnees, oder den natürlichen Gefrierpunkt, und die Temperatur des siedenden Wassers, oder den Siedepunkt, für die beiden festen Punkte der Thermometerskale anzunehmen. Diese Punkte werden an jedem Thermometer durch unmittelbare Versuche bestimmt und ihr Abstand, der Fundamentalabstand, Fundamentalraum (distantia fundamentalis, intervallum fundamentale) wird in eine Anzahl gleiche Theile unter dem Namen Thermometergrade abgetheilt.

Die Anzahl dieser Grade, so wie auch der Anfang ihrer Zählung ist an sich willkührlich, wenn man sich darüber nur bestimmt erklärt. Setzt man die Anzahl der Theile 180, und schreibt an den Eispunkt 32, und an den Siedepunkt 212, so hat man die Fahrenheit'sche, nimmt man die Anzahl der Theile 150 und zählt die Grade von oben herab, so giebt dieſs die de l'Isle'sche, ist die Anzahl 180, und man zählet von unten hinauf, so erhält man die Reaumur'sche oder de Luc'sche, setzt man endlich die Anzahl der Theile 100, so giebt dieſs die Cristin'sche oder Celsius'sche Thermometerskale.

Diese angeführten Skalen sind jedoch beiweitem noch nicht alle; es giebt vielmehr dergleichen noch in sehr groſser Menge. Man hat sich die Freiheit genom-

men, beinahe zu jeder besondern Anwendung des Thermometers demselben eine eigene Skale zu geben. So machte sich de Luc (s. die bei Bestimmung der Schwere der Luft unten vorkommende Note über die barometrischen Höhenmessungen) zwei neue Skalen, die eine zur Berichtigung des Barometerstandes wegen des Einflufses der Wärme aufs Quecksilber und die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft. Die erste dieser Skalen mufs wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnifsmäfsig verändert werden.

Die Vervielfältigung der Skalen ist für die Naturlehre keineswegs einträglich; sie veranlafst nur Verwirrungen. Die Absicht, die man dadurch zu erreichen glaubt, läfst sich alle Male sicherer und weit geschwinder durch eine leichte Rechnung erhalten, ohne deswegen eine neue Sprache einzuführen. Weil die Absicht, die man durchs Thermometer zu erreichen strebt, dahin geht, die Grade der fühlbaren Wärme zu bestimmen, so mufs die Güte eines solchen Instruments besonders darin bestehn, dafs die Ausdehnung der angewandten Flüssigkeit in eben dem Verhältnisse zu- oder abnimmt, und dafs sie selbst bei geringster Veränderung der Wärme bemerkbar wird. Hier mufs es also blofs die Erfahrung entscheiden, welche flüssige Materie solche Eigenschaften besitzt, und folglich zu der Füllung des Thermometers am schicklichsten ist. Das was Halley (Philos. Transact. n. 197, p. 650.), Ducrest (Description de la methode d'un thermomètre universel, à Paris 1742, 8), de Luc (Untersuchung über die Atmosphäre, aus dem Französ. Th. I. p. 355 f.), Strohmeyer (Anleitung übereinstimmende Thermometer zu verfertigen. Göttingen 1775, 8), Luz (Anweisung die Thermometer zu verfertigen, p. 201) für und wider die Anwendung des Weingeists und Quecksilbers als thermometrischen Körper angeführt haben, wird man bei der Vergleichung der Artickel Quecksilber und Wärme und Weingeist und Wärme vollständig finden.

Im Jahre 1777 trug die königl. Societät zu London Einigen ihrer Mitglieder, unter denen sich auch die Herren Cavendish, de Luc, Maskelyne und Horsley befanden, auf, eine allgemeine Methode zur Bestimmung der festen Punkte bekannt zu machen. (Philos. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 37; Bericht einer von der königl. Societät zu London niedergesetzten Commission über die beste Methode die festen Punkte des Thermometers zu bestimmen, in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, B. I. St. 6, p. 643 f.)

Die vorzüglichsten Vorschläge dieser Gelehrten sind folgende: Zuförderst geben sie den Rath, das Thermometer gar nicht in Wasser zu bringen, sondern blofs in einem verschlossenen Gefäfse den Dämpfen des siedenden Wassers auszusetzen, welche Methode Cavendish (Philosoph. Transact. Vol. LXVI. p. 380) zuerst angegeben hat. Die Hitze dieser Dämpfe ist sehr gleichförmig, (s. Wasser und Wärme) und giebt beim Barometerstande von 29,8 engl. Zoll den Siedepunkt um 3/4 Grad der 80theiligen Skale höher, als den de Luc'schen beim Barometerstande von 27 Pariser Zoll. Eben dieser Siedepunkt wird bei der Barometerhöhe von 29,5 Zoll gefunden, wenn man die Kugel des Thermometers etwa 2 bis 3 Zoll ins Wasser bringt.

Bei dem Gebrauche der blofsen Dämpfe, um dadurch den Siedepunkt zu bestimmen, empfehlen diese Gelehrten die Barometerhöhe 29,8 engl. Zoll = 335,51 Linien Pariser Maafs, oder 29,5 Zoll = 332,15 Pariser Linien, wenn man die

Kugel des Thermometers 2 bis 3 Zoll tief ins siedende Wasser bringt. Bei andern Barometerständen solle man den bestimmten Siedepunkt auf die angegebenen reduciren. Wollte man bei dieser Reduction die von de Luc festgesetzten und im Artikel Wasser und Wärme (Th. I. B. I. p. 81) angeführten Formeln gebrauchen, so würde sie nicht ohne Beschwerlichkeit geschehn können. Indessen kann man ohne grofsen Fehler annehmen, dafs die Aenderungen des Siedepunktes in den engen Grenzen der gewöhnlichen Barometer-Veränderungen den Aenderungen des Barometerstands proportional sind. Wenn man nach diesen Formeln die Siedhitze für 29 1/2 und 30 1/2 engl. Zoll Barometerhöhe (d. i. für 332,15 und 343,43 Pariser Linien) berechnet, so findet man sie 80,54 und 81,25 Grade; mithin beträgt der Unterschied 0,71 Grad nach der Reaumür'schen oder 9/4. 0,71 = 1,59 nach der Fahrenheit'schen Skale. Aendert sich daher das Barometer um 0,114 englische Zoll, so würde sich folglich um jenen Barometerstand herum der Siedepunkt etwa um 0,114. 1,59 = 0181 Fahrenh. Grade, d. i. um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abstands zwischen Siede- und Gefrierpunkt ändern. Mithin liefse sich hieraus folgende leichte Regel bestimmen: steht das Barometer um 0,114 α Zoll höher, oder niedriger, als die zur allgemeinen Norm angenommenen Barometerstände sind, so mufs man den gefundenen Siedepunkt um α Tausendtheilchen seines Abstandes vom Gefrierpunkt weiter hinab oder hinauf rücken.

Hiernach ist folgende Berichtigungstabelle berechnet:

Barometerhöhe.		Berichtigung in Tausendtheilchen.	Barometerhöhe.		Berichtigung in Tausendtheilchen.
In Dämpfen.	Im Wasser.		In Dämpfen.	Im Wasser.	
	30,64	— 10	29,69	29,39	+ 1
	53	— 9	58	27	+ 2
30,71	41	— 8	47	17	+ 3
59	29	— 7	36	06	+ 4
48	18	— 6	25	28,95	+ 5
37	0,7	— 5	14	84	+ 6
26	29,96	— 4	03	70	+ 7
14	81	— 3	28,92	62	+ 8
03	73	— 2	81	51	+ 9
29,91	61	— 1	70		+ 10
80	50	0	59		+ 11

Diese Tabelle hat Luz (Vollständige Beschreibung der Barometer. 1784 Anhang S. 32). zugleich auf Pariser Maafs gebracht, wobei er anstatt 0, 114 engl. Zoll, 1, 24 Paris. Linien setzt.

Beisp. Es sei bei 29, 5 englische Zoll Barometerhöhe der Siedpunkt im Wasser bestimmt worden; der Abstand dieses Punkts vom Gefrierpunkte betrage 12

Zoll. Bei der Zahl 29, 5 für das Wasser steht in der Tabelle — 1, also muſs die Stelle des 212 Grades um $\frac{1}{1000}$. 12 = 0, 012 Zoll niedriger als der beobachtete Punkt gesetzt werden. Wenn der Siedepunkt am Thermometer im Dämpfen bestimmt werden soll, so muſs sich die Röhre bis zunächst am Siedpunkte in den heiſsen Dämpfen befinden, und gerade nur der Siedpunkt über dem Deckel des Gefäſses hervorragen; auſserdem muſs aber auch die Kugel noch 1 bis 2 Zoll über dem Wasser stehn, so daſs sie von demselben auch im stärksten Kochen nicht berührt wird.

Der Deckel auf dem Gefäſse muſs leicht abgehoben werden können; damit er aber genau anschlieſse, muſs unter seinen Rand ein Ring von Tuch oder Filz gelegt werden. In der Mitte dieses Deckels befindet sich ein Loch, durch welches die Röhre des Thermometers luftdicht eingebracht werden kann; überdem enthält er auch noch eine kleine Röhre von 1/2 Quadratzoll Durchschnitt, und 2 bis 3 Zoll Höhe zum Ausgange der Dämpfe; diese Röhre ist mit einer zinnernen Platte bedeckt, welche die Gewalt der Dämpfe selbst in die Höhe hebt und verschiebt.

Uebrigens muſs das Wasser stark und schnell gekocht werden; indessen muſs man 1 bis 2 Minuten Zeit warten, ehe man den Siedpunkt bezeichnet, um zu sehen, ob nicht etwa die Flüssigkeit im Thermometer noch höher steigen werde. Wenn die Kugel ins Wasser gebracht werden soll, so wird an der vorigen Methode nichts weiter geändert, als daſs das Wasser 3 bis 4 Zoll höher stehen muſs, und daſs es nicht mehr nöthig ist, den Deckel so genau zu verschlieſsen, und die zinnerne Platte auf das Dampfröhrchen zu legen. Auſser diesen beiden Methoden den Siedpunkt am Thermometer zu bestimmen, bedienen sich die englischen Künstler noch einer dritten bei der sie das Thermometer in ein offenes Gefäſs mit der Kugel ins Wasser setzen, die Röhre mit leinenen Lappen oder Flanell umwickeln, und diese mit siedendem Wasser begieſsen um sie zu erhitzen. Sie muſs aber 3 bis 4 Mal begossen und zwischen dem jedesmaligen Begieſsen muſs eine Stunde inne gehalten werden, welches selbst beim letzten Male geschehen muſs ehe man den Siedepunkt bemerkt. Hiebei wird ein Barometerstand von 29,8 Zoll Höhe erfordert, so wie das Wasser schnell gekocht, das Thermometer aufrecht gehalten, die Kugel 2 bis 3 Zoll unter Wasser gebracht, und dahin gehalten werden muſs, wo die Bewegung des Wassers von unten aufwärts geht.

Der untere feste Punkt am Thermometer heiſst gemeiniglich der Eispunkt. Fahrenheit glaubte, daſs eine Mischung aus Wasser, Eis und Salmiak oder Kochsalz die gröſste Kälte gebe, und setzte dahin, wo die Materie im Thermometer in dieser Mischung stand, die Null; und da er durch Versuche fand, daſs die natürliche Gefrierung auf den 32 Grad seiner Skale von 212 Theilen fiel, so nannte er diesen Grad den Gefrierpunkt; mithin enthält seine Skale zwischen dem Gefrier und Siedpunkte 180 Grade. Es ist nicht bekannt ob Fahrenheit die Temperatur des thauenden Eises und des gefrierenden Wassers gehörig von einander unterschieden hat. Martine, der sonst vom Fahrenheitschen Thermometer gute Nachrichten giebt, versteht unter dem 32 Grade beide ohne Unterschied.

Reau-

Reaumur spricht bestimmter und nimmt zum Eispunkte die Temperatu an, die zum Gefrieren des Wassers hinreichend ist. Diese bestimmte er auf folgende Art: Er brachte ein kleines Gefäſs mit Wasser in eine Mischung von 2 Theilen Eis und einem Theile Kochsalz, hielt so lange inne, bis das Wasser zu gefrieren anfing, und der Weingeist in dem hineingebrachten Thermometer nicht weiter herabfiel.

Diese Methode fand aber de Luc unsicher, indem sie an den wahren Reaumurschen Electrometern den Gefrierpunkt um 4/5 Grad tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden Eises sich befindet. Diesen letzten Punkt haben in der Folge Nollet und Reaumur selbst gewählt; Brisson, der Augenzeuge hievon war, hat diese Methode von ihnen angenommen.

Am sichersten wird jetzt der Punkt des zergehenden Eises oder Schnees gebraucht, der auch am leichtesten zu finden ist. Dieser Punkt ist eigentlich die Temperatur des Wassers, welches so eben vom Eise aufthauet, oder des mit Eise vermischten Wassers. De Luc's Methode ist diese, er füllt ein Gefäſs mit klein zerschlagenen Eise, und setzt das Thermometer so hinein, daſs es ganz davon umgeben ist, und unter der Kugel noch ein Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Wenn das Eis zerschmelzt, behalten Wasser und Eis einerlei Temperatur. Doch meint Strohmeyer diese Methode sei bis auf 1 1/2 Reaum Grad unsicher, er giebt dem Wasser im Eise einen Vorzug, läſst daher Regen oder Schneewasser bei natürlicher Kälte ringsum frieren, zerstöſst alsdann die obere Eisrinde und setzt das Thermometer, so weit das Quecksilber reicht in das mit Eis umgebene Wasser. Dieses auch von Ducrest gebrauchte Verfahren ist nach Herrn Luz auf 1/5 Grad unzuverlässig, besonders wenn die Eisrinde nicht dick genug ist. Im Gegentheile fand er de Luc's Methode so sicher, daſs er nicht $\frac{1}{50}$° Abweichung bei ihr bemerkte, ausgenommen beim einfallenden Thauwetter, bei dem das zerschmelzende Eis immer um $\frac{1}{12}$ Reaum. Grad wärmer als sonst ist. Luz bemerkte noch, daſs man die mit dem Flüssigen gefüllten Thermometer nicht zu plötzlich in das Eis bringen solle, weil sonst beim Herabsinken zu viel an den Wänden der Röhre hängen bleibe.

Auch die englischen Gelehrten nehmen diese Methode, und fügen noch die Bemerkung bei, man müſste die Röhre, so weit das Quecksilber in ihr reicht, mit zerstoſsenem Eise umgeben, oder im entgegengesetzten Falle, eine kleine Berichtigung machen.

Auſser diesen beiden festen Punkten giebt es noch einige, die als feste Punkte angesehen, und gewöhnlich mit auf dem Thermometer angebracht werden. Dahin rechnet man die Temperatur der Keller der Pariser Sternwarte, welche in einer Nische der Mauer eines 84 Fuſs tiefen Kellers beobachtet wird. Diese Temperatur ist nach de Luc's genauer Bestimmung = 9,6 des Quecksilberthermometers von 80°. Ein anderer fester Punkt ist die Temperatur der natürlichen Wärme des menschlichen Körpers, welchen man findet, wenn man die Kugel eines Thermometers eine Stunde lang in dem Munde oder unter dem bloſsen Arme hält.

Reaumur hatte sie auf seinem Weingeistthermometer bei 32° bestimmt, er hatte aber dasselbe nur eine Viertelstunde lang erwärmt; Brisson fand bei der Erwärmung von einer Stunde 32 1/2 Grad, und de Luc bestimmt dies auf 29,9 des Quecksilberthermometers von 80°.

Hindenburg (Program. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae; Lipsiae 1791. 4). hat die Vergleichung der verschiedenen Thermometerskalen unter einander dadurch sehr erleichtert, dafs er die verschiedenen Formeln zur Reduction, von denen man bei der Anwendung wählen kann, unter einen solchen Gesichtspunkt gebracht hat, dafs man sie zusammen deutlich und leicht übersieht. Es mufs dabei die Frage beantwortet werden: wenn in zwei verschiedenen Skalen die Anzahlen ihrer Grade m und $\mathfrak{m}$, die Zahlen, welche am Gefrierpunkte stehen, d und $\mathfrak{d}$, und die Zahlen an zwei andern übereinstimmenden Punkten x und $\mathfrak{x}$ heifsen, wie können beide letztere x und $\mathfrak{x}$ auseinander gefunden werden? Da hier nur genau harmonirende Thermometer beachtet werden, so folgt natürlich, dafs sich die Zahlen der Grade zwischen dem Gefrier- und Siedpunkte beider Thermometer genau wie die Zahlen der Grade zwischen den Gefrierpunkten und den mit x $\mathfrak{x}$ bezeichneten verhalten müssen, d. h. es ist:

$$m : \mathfrak{m} = x - d : \mathfrak{x} - \mathfrak{d}.$$

Daraus ergiebt sich nun folgende Gleichung: A) $m\mathfrak{x} - m\mathfrak{d} = \mathfrak{m}x - \mathfrak{m}d$, u. daraus findet man: $x = \frac{m(\mathfrak{x}-\mathfrak{d})}{\mathfrak{m}} + d$, und $\mathfrak{x} = \frac{\mathfrak{m}(x-d)}{m} + \mathfrak{d}$, wo abwärts gezählte Grade durch negative Zahlen angedeutet werden.

Aus diesen allgemeinen Formeln lassen sich für bestimmte Skalen leicht besondere Ausdrücke ableiten. Wenn die Buchstaben F, R, I, C, harmonirende Grad auf Fahrenheit's, Reaumür's de l'Isle's, Celsius's Skalen anzeigen, so müssen in jenen allgemeinen Formeln für m, d, x und $\mathfrak{m}, \mathfrak{d}, \mathfrak{x}$ die gehörigen Werthe substituirt werden. Hiebei tritt nun der Vortheil noch ein, dafs man die Brüche $\frac{\mathfrak{m}}{m}$ und $\frac{m}{\mathfrak{m}}$, wenn es möglich ist in ihren kleinsten Zahlen ausdrücken kann, wodurch man folgende sehr einfache Formeln findet:

$$F = \frac{9}{4} R + 32 \quad I = 150 - \frac{15}{8} R.$$

$$T = 212 - \frac{6}{5} I \quad R = \frac{4}{5} C$$

$$F = \frac{9}{5} C + 32 \quad C = 100 - \frac{2}{3} I.$$

Formeln zur Verwandlung der Thermometergrade hatte im Jahre 1754 Heinsius dem Winkler mitgetheilt, der sie in seinen Schriften (Philos. contempl. T. III. physica §. 1634. Anfangsgründe der Physik. Leipzig 1754. 8 §. 124 f.) anführt.

Auch Kästner handelt von diesem Gegenstande. (Abhandlung von Höhenmessungen mit dem Barometer in der Anmerkung zur Markscheidekunst, S. 361. 372. f.; Anfangsgründe der angewandten Mathematik, 4te Auflage 1792. Zugabe zur Aerometrie S. 390. f.)

Es ist aus dem Gesagten leicht einzusehn, wie sich Tafeln zur Vergleichung der Thermometer machen lassen, dergleichen man viel gedruckt und in Kupfer gestochen findet, z. B. beim Martine (Dissertat. sur la chaleur avec des observations nouvelles sur la construction et comparaison des thermomètres; trad. de l'Anglois à Paris 1751. 12.) Braun (Harmonia scalarum in den nov. commentat. Petropol. T. VII.) Strohmeyer (Anleitung übereinstimmende Thermometer zu verfertigen, Göttingen 1775. 8.) P. Hell (Ephemerid. Vienn. 1764, p. 164. 243.) im Journal de physique (Vol. XVI. 1773.) und vollständig beim van Swinden (Dissertation sur la comparaison des thermometres. Amst. 1778. 8.) wo Vergleichungen von 72 verschiedenen Thermometern, die metallischen nicht mit gerechnet, vorkommen.

Aus jenen sehr einfachen Gleichungen lassen sich noch folgende sehr bequeme Ausdrücke zu Vergleichung von F,R,I,C, ableiten:

$$4\,F - 9\,R = 128 \qquad 8\,I + 15\,R = 1200$$
$$9\,F + 6\,I = 1060 \qquad 5\,R - 4\,C = 0$$
$$5\,F - 9\,C = 160 \qquad 3\,C + 2\,I = 300$$

Beisp. Es ist die Frage, wie viel betragen 86 Fahr. Grade nach der Reaum. Skale. Die erste der vorstehenden Gleichung giebt $4.\,86 - 9\,R = 128$, und $9\,R = 344 - 128 = 216$, und $R = \frac{216}{9} = 24$ Grade.

Krang hat (in der Geschichte der Aerostatik Th. I. S. 100; ingl. Anhang zur Geschichte der Aerostatik, S. 45. 50. 51) solche Gleichungen zur Reduction der Thermometergrade auf andern Skalen zuerst gebraucht, ohne jedoch die Art, wie sie gefunden werden, zu erwähnen. Sie lassen sich auch sehr leicht aus der Gleichung A) herleiten.

Beisp. de Luc bedient sich zur Berichtigung der Barometerhöhen wegen der Wärme des Quecksilbers einer Thermometerskale die zwischen Eis und Siedpunkte 96 Grade und beim Gefrierpunkte — 12 hat; man sucht die Vergleichung zwischen diesem und dem Reaumurschen Thermometer. Man bezeichne den Grad der de Luc'schen Skale mit L, so hat man $m = 96$, $\mathfrak{m} = 80$, $x = L$, $\mathfrak{x} = R$, $d = 12$ und $\mathfrak{d} = 0$; diese Werthe in die Gleichung A) gesetzt, geben

$$96\,R = 80\,L + 960, \text{ oder } 6\,R - 5\,L = 60.$$

Bei allen bisher angestellten Vergleichungen durch Formeln und Tafeln wird aber als nothwendiges Erfordernifs vorausgesetzt, dafs in beiden Thermometern die festen Punkte vollkommen gleich bestimmt, und der Gang der Materien womit sie gefüllt sind, genau derselbe sei. Diese Bedingungen lassen sich aber kaum anders, als bei Thermometern von derselben Materie erreichen. Sind sie mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt, so bleibt die Vergleichung nach dieser Methode unsicher. Dafs übrigens das Thermometer eine von den wichtigsten Erfindungen ist, zeigt schon diese häufige und mannigfaltige Anwendung desselben. Der Naturforscher arbeitet nach der Anleitung desselben mit mehrerer Gewifsheit, der Geometer wird dadurch in den Stand gesetzt seinen Messungen einen sehr hohen Grad der Schärfe zu geben, weil es ihm die Fehler zeigt, die durch die Verän-

derung der Instrumente, deren Grund die verschiedene Lufttemperatur ist, bewirkt werden.

Aufser diesem erstreckt sich noch der Gebrauch des Thermometers in der Medicin, Diätetik und Oekonomie überaus weit; denn eben hiedurch ist man erst im Stande in Krankenzimmern, in Wohnzimmern, in Gewächshäusern u. s. f. die in jedem Falle zuträgliche Temperatur zu Wege zu bringen.

Unter der sehr grofsen Menge von Skalen sind die gewöhnlichsten in Teutschland, Frankreich, England, in der Schweiz, Rufsland und Schweden, die Fahrenheit'sche, Reaumursche, de l'Islesche, Celsiussche. Hieraus erhellt also die Nothwendigkeit der Reduction dieser üblichen Skalen.

Aufser den bisher angegebenen Eigenschaften eines so viel als möglich vollkommenen Thermometers kömmt es auch noch vorzüglich auf die Beschaffenheit der Kugel und Röhre und auf die Verfertigung des Thermometers selbst an, indem davon die gröfsere oder geringere Empfindlichkeit desselben abhängt.

Zu den Quecksilberthermometern werden die Glasröhren am bequemsten von 1/4 Linie, zum Weingeistthermometer aber 1/3 Linie Weite im Lichten und 1/4 Glasdicke gewählt. Auf der Glashütte läfst man sie sogleich an beiden Enden zusammendrücken und bricht sie erst beim Gebrauche auf, um Feuchtigkeit und Staub abzuhalten. Sie müssen so viel als möglich eine Weite besitzen, die durchgehends gleich ist, welches man durchs Kalibriren untersucht. (Nollet leçons de Physique experiment. ed Amst. et Leipsic 1754. 8. T. IV. p. 376.)

Man bringt nämlich entweder durch Saugen oder noch besser durch Einsenken in ein tiefes Gefäfs etwas Quecksilber hinein. so dafs durchs Verschliefsen der obern Oeffnung beim Herausnehmen eine ohngefähr 2 Zoll hohe Quecksilbersäule darin hängen bleibt; hierauf läfst man diese durch die ganze Röhre hindurch laufen, und mifst dabei vermittelst eines richtig verzeichneten Maafsstabes, ob die Quecksilbersäule allenthalben einerlei Länge behält. Was die Länge der Röhre selbst betrifft, so ist diese an sich willkührlich, zum gewöhnlichsten Gebrauche ist eine von 9 Zoll Länge zureichend, indem diese über 100 Theile von einer Linie, 200 von 1/2 Linie u. f. Länge fasset. Würden hingegen die Theile oder Grade von gröfserer Länge, als die von einer Linie, nothwendig erfordert, so kann man auch längere Röhren wählen. An die Röhre mufs nun vor allen Dingen das Gefäfs geblasen werden. Kugeln sind hiezu am schicklichsten. Man hat zwar Cylinder deshalb vorziehn wollen, weil sie durch Vergröfserung ihrer Fläche mehr Empfindlichkeit besäfsen; aber gehörig eingerichtete Kugeln werden schon empfindlich genug sein.

Luz führt an, dafs er Weingeistthermometer mit Cylindern wegen ihrer zu grofsen Empfindlichkeit niemals dazu habe bringen können, dafs sie die Siedhitze des Wassers ausgestanden hätten; man kann also bei der Kugel stehn bleiben, bei der alles darauf ankömmt, dafs sie die gehörige Gröfse besitzt.

Luz giebt folgende Regel: Wenn ein Quecksilberthermometer vom Siedpunkte bis — 30° nach Reaum. reichen soll, so mufs der Inhalt der Kugel k 47 Mal gröfser als der der Röhre r sein, mithin $k = 47 r$. Soll aber das Thermometer vom Siedpunkte des Quecksilbers bis — 30 Grad gehen, so mufs $k = 18 r$ sein. Auf folgende Art läfst sich die Regel allgemeiner und genauer bestimmen. Man setze, die Flüssigkeit im Thermometer dehne sich vom Eispunkte bis zum Sied-

punkte um 1/8 ihres Volumens aus, und dieser Fundamentalabstand halte $\mathfrak{a}$ Grade. Wenn alsdann die Röhre überhaupt $\mathfrak{n}$ solcher Grade fassen soll, so dafs $\mathfrak{m}$ Grade vom Eispunkte an bis zur Kugel zu rechnen sind, so mufs sich der ganze Inhalt der Röhre $\mathfrak{r}$ zu dem Inhalte des Theils, der zwischen dem Eispunkte und der Kugel sich befindet, verhalten wie $\mathfrak{n}:\mathfrak{m}$, folglich der Inhalt des zuletzt gedachten Theils $= \frac{\mathfrak{m}}{\mathfrak{n}} \cdot \mathfrak{r}$ sein.

Diesen Theil und die Kugel füllt nun die Flüssigkeit des Thermometers bei der Temperatur des Eispunkts aus, oder es ist $\frac{\mathfrak{m}}{\mathfrak{n}} \cdot \mathfrak{r} + \mathrm{k} = \frac{\mathfrak{m}\mathfrak{r} + \mathfrak{n}\mathfrak{m}}{\mathfrak{n}}$

Von diesem Volumen beträgt der Fundamentalabstand $\frac{1}{\mathfrak{g}}$, mithin ein jeder Grad $\frac{1}{\mathfrak{a}\mathfrak{g}}$, und die ganze Röhre selbst, welche $\mathfrak{n}$ Grade besitzt, $\frac{\mathfrak{n}}{\mathfrak{a}\mathfrak{g}}$ folglich ist $\mathfrak{r} = \frac{\mathfrak{n}}{\mathfrak{a}\mathfrak{g}} \frac{\mathfrak{m}\mathfrak{r} + \mathfrak{n}\mathrm{k}}{\mathfrak{n}} = \frac{\mathfrak{m}\mathfrak{r} + \mathfrak{n}\mathrm{k}}{\mathfrak{a}\mathfrak{g}}$ woraus sich ergiebt $(\mathfrak{a}\mathfrak{g} - \mathfrak{m})\,\mathfrak{r} = \mathfrak{n}\,\mathrm{k}$ und $\mathfrak{r} : \mathrm{k} = \mathfrak{n} : \mathfrak{a}\mathfrak{g} - \mathfrak{m}$.

Beisp. Quecksilber dehnt sich vom Eis bis zum Siedpunkte um $64 = \mathfrak{g}$ aus. Wenn nun die Skale 80° und überdem der Theil vom Eispunkte bis an die Kugel 30 Grade haben soll, so hat man:

$$\mathfrak{r} : \mathrm{k} = 80 + 30 : 80.64 - 30 = 1 : 46\tfrac{3}{11}$$ (nach Luz 47.)

Wenn aber die Röhre den Siedpunkt des Quecksilbers erreichen, oder bis 255 Grad gehen soll, so ergiebt sich:

$$\mathfrak{r} : \mathrm{k} = 255 + 30 : 80.64 - 30 = 1 : 17\tfrac{6}{7}$$ (nach Luz 18)

Auf diese Weise läfst sich demnach das Verhältnifs der Inhalte der Röhre und des Gefäfses sehr gut bestimmen. Wäre das Gefäfs eine Kugel, so kann dann auch der Durchmesser x gefunden werden, wenn die Länge der Röhre $= \mathfrak{l}$, und der Durchmesser des Querschnitts im Lichten $= \mathfrak{d}$ gegeben sind. Denn alsdann hat man nach geometrischen Gründen $\mathfrak{r} : \mathrm{k} = \frac{1}{4}\mathfrak{p}\,\mathfrak{l}\,\mathfrak{d}^2 : \frac{1}{6}\mathfrak{p}\,x^3 = \frac{3}{2}\mathfrak{l}\,\mathfrak{d}^2 : x^3 = \mathfrak{n} : \mathfrak{a}\mathfrak{g} - \mathfrak{m}$; also $x^3 = \frac{3\mathfrak{l}\,\mathfrak{d}^2}{2\mathfrak{n}}(\mathfrak{a}\mathfrak{g} - \mathfrak{m})$ und $x = \sqrt[3]{\left(\frac{3\mathfrak{l}\,\mathfrak{d}^2}{2\mathfrak{n}} \cdot (\mathfrak{a}\mathfrak{g} - \mathfrak{m})\right)}$

De Luc führt (Untersuchung über die Atmosphäre a. d. Franz. B. I. S. 611) eine Formel von Durand an, die nicht so deutlich ausgedrückt ist, und doch nur in dem Falle, wenn $\mathfrak{n} = \mathfrak{a} + \mathfrak{m}$, oder wenn keine Grade über den Siedpunkt hinausgehen, ihre Richtigkeit hat. In dem von ihm beigebrachten Beispiele sollen 20° unter dem Eispunkte sein, also $\mathfrak{r} : \mathrm{k} = 80 + 20 : 80.64 - 20 = 1 : 51$. Betrüge nun die Länge der Röhre $\mathfrak{l} = 107$ Linien, der Durchmesser des Querschnitts im Lichten $\mathfrak{d} = 1/4$ Linie, so hat man $\frac{3}{2}\mathfrak{l}\,\mathfrak{d}^2\ \frac{3}{2}\ 107.\frac{1}{16} = 10\frac{1}{32}$ mithin $x^3 = 51.10\frac{1}{32}$ oder beinahe 512, und $x = 8$, also müfste der Durchmesser der Kugel 8 Linien betragen. Die Künstler aber, die sich mit Verfertigung der Thermometer beschäftigen, machen eben keinen grofsen Gebrauch von Regeln dieser Art, weil

es nicht so ganz leicht ist, den Durchmesser der engen Röhre genau zu messen. De Luc bemerkt, durch Uebung erhalte man schon eine Fertigkeit die richtige Gröſse der Kugel auch ohne Rechnung zu treffen.

Luz giebt den Rath, mehrere Kugeln bereit zu halten, und bei jeder zu erforschen, wie viel Quecksilber dem Gewichte nach hineingehe. Hat man alsdann das Verhältniſs r:k nach irgend einer Regel gefunden, so kann man zuerst die Röhre leer, und alsdann mit Quecksilber gefüllt abwiegen. Hieraus ergiebt sich die Menge der Flüssigkeit die die Röhre faſst, aus welcher sich dann leicht, vermittelst des Verhältnisses r:k berechnen läſst, wie viel Flüssigkeit in die Kugel gehen müsse. Das gefundene Resultat zeigt, was für eine Kugel von den in Bereitschaft liegenden gewählt werden müsse, welche an die Röhre angeschmolzen wird. Wenn man auf diese Weise die Röhre mit der daran geschmolzenen Kugel verfertigt hat, so ist das Thermometer mit der flüssigen Materie zu füllen. Diese Arbeit ist aber besonders bei Quecksilberthermometern so leicht nicht. Es kömmt vorzüglich auf gewisse durch Uebung zu erlernende Handgriffe an, die man sich indessen bald zu eigen macht.

Gehler erhielt von einem seiner Freunde eine Methode die Quecksilberthermometer zu füllen (phys. Wörterb. B. V. S. 886.) die besonders empfehlungswerth ist. Sie besteht im folgenden: Wenn die Kugel an die Röhre angeschmolzen ist, so wird alsdann an das andere Ende der Röhre eine noch gröſsere Kugel angeschmolzen, welche sich in eine 4 Zoll lange feine Röhre endigt. Hierauf erhitzt man die beiden Kugeln über Kohlen, damit die innere Luft zum Theil herausgeht, taucht die Oeffnung der obern Röhre in ein Gefäſs mit destillirtem Quecksilber, welches durch den äuſsern Druck der Atmosphäre, wenn die beiden Kugeln wieder kalt werden, hineingetrieben wird; durch Wiederholung dieser Arbeit füllt man die untere Kugel beinahe ganz, und die obere etwa zu 1/8 an. Nunmehr wird an zwei Stellen der untern Röhre ein Eisendrath so befestigr, daſs man die Röhre durch denselben bequem regieren kann, und das Thermometer so auf glühende Kohlen gelegt, daſs die beiden Kugeln mit der dazwischen liegenden Röhre unmittelbar dem Kohlenfeuer ausgesetzt sind, und die Oeffnung der oberen Röhre etwas höher als der untere Theil zu liegen kömmt. Hiebei muſs man aber Acht haben, daſs das Feuer allenthalben gleichförmig brenne, damit das Quecksilber an allen Stellen zugleich zu kochen anfange. Wenn es nun auf diese Art etwa 1/2 Minute lang gekocht hat, so hält man zuerst an die eine Oeffnung a eine Siegellackstange, damit sie dadurch verschlossen werde, und nimmt dann das Thermometer vom Kohlenfeuer hinweg. Beim Erkalten wird auf diese Weise der Raum zwischen der Mündung der Röhre und dem Quecksilber luftleer.

Der Eis und Siedpunkt läſst sich nun sehr leicht bestimmen, und an die Stellen, wohin man sie haben will, bringen, ohne daſs man genöthigt wäre a wieder zu öffnen, und Quecksilber aus der Röhre wieder herauszuschaffen; denn alles überflüssige Quecksilber geht in die obere Kugel und bleibt beständig darin, indem man das ganze Thermometer beim Erkalten auf die Seite legt.

Hat man nun die festen Punkte bestimmr, so schmilzt man über einer Lampe die Röhre von der obern Kugel ab, und zugleich zu. Sie darf aber nicht abgebrochen werden, weil dadurch wieder Luft in die Röhre kommen würde, welches

für ein vollkommenes Thermometer zu vermeiden ist. Uebrigens versteht es sich von selbst, dafs man vor der Auskochung schon das gehörige Verhältnifs der Kugel zur Röhre getroffen oder bestimmt haben mufs. Der Eisendraht wird nach beendigter Arbeit wieder abgenommen. Die Vortheile bei diesem Verfahren sind sehr einleuchtend, denn man erhält dadurch nicht nur das Thermometer völlig luftleer, indem die Queksilberdämpfe die leeren Theile der Kugel und Röhre ganz ausfüllen, sondern es treiben dieselben alle Wasserdämpfe während des Kochens, wie aus einer Aeolipile mit Gewalt hinaus, so dafs man nicht ein Mal nöthig hat die Röhre nachher zu trocknen.

Mit weit geringerer Mühe lassen sich die Weingeistthermometer füllen, indem man die Kugel erhitzt, und hierauf das offene Ende in ein Gefäfs mit Weingeist bringt. Durch dies wiederholte Verfahren füllen sich Kugel und Röhre an, und die Luftblase in der Kugel treibt man hinaus, wenn man am obern Ende der Röhre einen Bindfaden fest macht, und daran das Thermometer herumschwenkt, Wobei der Schwung den Weingeist in die Kugel treibt, und die Luftblase verdrängt. Strohmeyer thut den Vorschlag, die Quecksilberthermometer auf die nämliche Art zu füllen, vorher aber das Quecksilber in einem besondern Gefäfse zu kochen. Aber L u z hat (a. a. O.) gezeigt, dafs sich die Kugel auf diese Weise nie ganz fülle, und dafs die Abweichungen die Strohmeyer für Mängel luftleer gemachter Thermometer betrachtet, ihren Grund vielmehr in dieser unrichtigen Füllungsmethode haben.

D u c r e s t liefs in seinen Weingeistthermometern Luft über dem Liquor, um sie dadurch fähig zu machen, die Siedhithe des Wassers annehmen zu können. Deshalb schmolz er die Röhre zu, wenn der Weingeist auf dem Punkte seiner gemäfsigten Temperatur stand. Aber D u r a n d's Methode, die d e L u c beschreibt, hat vor dieser einen Vorzug; es wird nämlich dabei ein luftleerer Raum über dem Weingeist gelassen, indem aus dem Weingeist Luftblasen aufsteigen, wodurch er die Fähigkeit erlangt, nach und nach immer mehr Höhe anzunehmen. L u z findet indessen diese Methode sehr schwer, und giebt daher drei Arten an, luftleere Weingeistthermometer zu verfertigen, so, dafs sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten. D u c r e s t's Methode hat indessen Veranlassung gegeben, den luftleeren Raum über der flüssigen Materie im Thermometer als unnöthig zu betrachten, und man hat sogar den luftvolleu Quecksilberthermometern vor andern einen Vorzug geben wollen.

S t r o h m e y e r tadelt die luftleeren Thermometer vorzüglich deswegen, dafs das Quecksilber beim Umkehren und Schütteln sehr heftig an das obere verschlossene Ende anstofse, und sich gewöhnlich eine Blase oder ein leeres Räumchen zwischen Kugel und Röhre setze. Aber L u z führt an, dafs ersteres wenig bedeute, und letzteres nur bei den nach Strohmeyerscher Methode verfertigten Thermometern Statt finde.

L u z zeigt ferner, dafs Strohmeyers Weingeistthermometer, die er für luftleer ausgiebt, wirklich nicht luftleer gewesen sind, und dafs in luftvollen Thermometern bei einem hohen Stande der flüssigen Materie die Luft so viel Elasticität erhalte, dafs sie die Kugel entweder zersprenge, oder doch wenigstens aus-

dehne, oder die flüssige Materie zusammendrücke, welche folglich in luftvollen Thermometern alle Mal niedriger als in luftleeren stehe.

Wenn nun auf angezeigte Art die festen Punkte am Thermometer bestimmt sind, so wird es an ein mit Papier überzogenes Bret gebracht, wozu de Luc der Länge nach gespaltenes Tannenholz empfiehlt. Auf diesem Brete werden nun zuförderst die beiden festen Punkte bemerkt, ihre Entfernung von einander in gehörige Theile abgetheilt, und die Skale so verzeichnet, daſs die Theilstriche auf dem ebenen Brete hinter der Thermometerröhre hindurch gehen Auch kann man noch mehrere Skalen daneben zeichnen, und dabei die merkwürdigsten Temperaturen mit wenigen Worten angeben. Uebrigens wird alsdann alles mit einem Copalfirniſs überzogen.

Das Thermometer selbst wird durch Dräthe an dem Brete befestigt, welche durch eingebohrte Löcher an zwei Orten zusammengedreht sind. Damit aber die Röhre nicht herabsinke, wird gemeiniglich unter die Kugel eine kleine Unterstützung von Holz gemacht. Es giebt indessen Fälle, in denen die Kugel ganz frei sein muſs, damit sie die Temperatur der Luft ungehindert annehmen kann. Das Bret wird alsdann unten um die Kugel herum ausgeschnitten, und man verhindert das Sinken der Röhre, indem man sie unmittelbar über dem obern Hefte mit einem durch Wachs bestrichenen Faden umwickelt. Um die Temperatur der Luft mittelst des Thermometers zu beobachten, muſs es an einem freien Orte, am besten in einem Garten und dgl. aufgehangen sein, und durch ein Obdach gegen Regen und Sonnenstrahlen geschützt werden. Im Hause muſs man hiezu den freiesten Ort gegen Norden aussuchen, der von den Fenstern geheizter Zimmer entfernt, und so gelegen sein muſs, daſs auch keine reflectirte Sonnenstrahlen dahin kommen. Will man aber die Wärme im Sonnenscheine, die Wärme einer flüssigen Materie, die des menschlichen Körpers und dgl. beobachten, so muſs man das Thermometer vom Brete abnehmen, und seineu Stand mit einem Faden oder Läufer von Federkiel bemerken. Die Beobachtung am Thermometer selbst geschieht bei der vertikalen Stellung desselben. Die horizontale Stellung, die von einigen deshalb vorgeschlagen wurde, damit sich die flüssige Materie nicht durch die Höhe ihrer Säule zusammendrücke, erfordert luftvolle Werkzeuge, und würde beim Weingeiste, wegen des Anhängens am Glase Unrichtigkeiten veranlassen. Bei der wirklichen Beobachtung muſs das Auge mit der Oberfläche der flüssigen Materie genau in einerlei Horizontalebene liegen, um die sonst entstehende Parallaxe zu vermeiden. Man kann sich versichert halten, daſs das Auge alsdann die rechte Stellung hat, wenn bei einer Vorrichtung bei welcher auf dem ebenen Brete die Theilstriche der Skale hinter der Röhre weggehen, und der einzige, der von den in der Röhre sich abspiegelnden horizontal erscheint, an der Oberfläche der flüssigen Materie steht. Dieser Strich zeigt den richtigen Grad an.

Zuletzt hat man nach auf die Ausdehnung des Glases und Bretes zu sehn. Die englischen Gelehrten schreiben hiezu nach Smeatons Versuchen folgende Regel vor (Philosoph. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 73).

Die Temperatur bei der die Röhre an die Skale ist befestigt worden, sei $= \mathfrak{a}$, der zu einer gewissen Zeit beobachtete Grad $= \mathfrak{b}$, und derjenige Grad, bei dem die Röhre

Röhre an der Skale fest ist, $= \mathfrak{f}$, so ist der beobachtete Grad um $\frac{(\mathfrak{d}-\mathfrak{f})(\mathfrak{d}-\mathfrak{a})}{\mathfrak{m}}$ zu vergröfsern. Für eine von Messing ist $\mathfrak{m} = 165000$, für eine von Holz ist $\mathfrak{m} = 216000$, mithin wäre die Zahl des beobachteten Grades zu vermindern. Uebrigens begreift Jeder sehr leicht, dafs sich dieser Ausdruck in eine negative Gröfse verwandelt, mithin die Vergröfserung eigentlich eine Vermindernng wird, wenn der Zähler negativ ist, u. s. w. Für die gewöhnlichsten Beobachtungen wird der Ausdruck $\mathfrak{d}-\mathfrak{a}$ beständig sehr klein ausfallen, und die ganze Berichtigung so klein sein, dafs sie weiter nicht zu beachten ist.

Die Quecksilberthermometer verdienen vor allen andern den Vorzug. Zum gewöhnlichen Gebrauche empfiehlt indessen Herr de Luc doch die Weingeistthermometer, weil sie so wohlfeil, so leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm sind. Er verlangt aber, dafs sie nach einem Quecksilbernormalthermometer graduirt werden, also ungleiche Grade bekommen sollen.

Auch schlägt de Luc noch Thermometer mit Salmiakgeist vor, der fast einerlei Gang mit dem Weingeist habe, und durch Kupfer eine sehr schöne grüne Farbe annehme.

Dr. Juch hat (in Trommsdorffs Journal der Pharmacie B. VI. Stück 2) ein Thermometer, dessen Materie Schwefeläther ist, angegeben. Seine Einrichtung ist folgende: An eine 28 Zoll lange Thermometerröhre von nicht zu weitem Durchmesser wird eine Kugel von 1 Zoll Durchmesser geblasen. Diese Kugel wird mit Schwefeläther gefüllt, so dafs ein Drittel des Raums der Kugel leer bleibt; wenn die Kugel auf diese Art gefüllt ist, wird sie umgewandt. Die Annäherung der Fingerspitze schon macht die Flüssigkeit, oft 10 bis 15 Zoll bei 18° Reaum. steigen. Er glaubte anfangs, dafs dies Thermometer nun dienen werde, Wärmegrade zu messen, die auch die empfindlichsten der bis dahin üblichen Thermometer anzugeben nicht im Stande sein würden. Indessen bemerkte er (a. a. O.) bald darauf, dafs er nicht im Stande sei, zwei dieser Thermometer zu verfertigen, die mit einander harmoniren, ja dafs nicht ein Mal in einem einzigen feste Resultate bestimmt werden könnten. Indessen meint er, sei das Instrument doch da zu gebrauchen, wo die Frage sei, ob überhaupt Wärme frei werde.

Das angeführte wäre das Wichtigste, was im Allgemeinen über die Einrichtung der gewöhnlichen Thermometer zu sagen wäre. Aufser den flüssigen Materien hat man aber auch feste Körper, besonders Metalle als Maafse zur Vergleichung der verschiedenen Wärmegrade angewandt. Sie dienen vorzüglich grofse Grade der Hitze, bei denen Flüssigkeiten schon kochen würden, anzuzeigen. Man begreift sie unter dem allgemeinen Nahmen Pyrometer. Anfänglich gebrauchte man zwar das Wort Pyrometer nur von den Instrumenten, die Ausdehnungsmesser bei bekannten Wärmegraden waren; indessen ist es jetzt, und mit mehrerem Rechte, üblich, überhaupt jedes Instrument, das zur Bestimmung von hohen Graden der Wärme dienen soll, Pyrometer zu heifsen. Lambert setzt den Unterschied zwischen Pyrometer und Thermometer fest, dafs jene, die unserm Gefühle unerträglichen, diese aber nur die schwächern Grade der Wärme anzeigen sollen.

Im Jahr 1746 gab Cromwell Mortimer ein Metallthermometer an. (A discourse concerning the use fulnefs of thermometres in chemical experiments etc.

with the description and uses of a metalline thermometer newly invented, in Philosoph. Transact. Vol. XLIV. n. 484. app, p. 672.) Dieses besteht aus einem runden eisernen Stabe (Fig. 3 Taf. XVII.) a b von 1/4 Zoll im Durchmesser und 3 Fuſs 1 Zoll Höhe, welches bei b in einem unbeweglichen Gestelle befestigt ist. Wenn nun dieser Stab durch Hitze ausgedehnt wird, so erhebt er den kürzern Arm e g des um g beweglichen Hebels egf. Am Ende des längern Arms bei f ist ein Faden über die Rolle h geführt, welcher durch das Gewicht i gespannt wird, so daſs beim Herabsinken des Hebelarms gf die Rolle h sich drehen, und den damit verbundenen Zeiger hn umwenden muſs, der auf der unbeweglichen Scheibe m n o die verlangten Grade angiebt. So bald sich der Stab wieder verkürzt, so wird durch das Gegengewicht der Hebel bei e wieder herabgezogen, mithin bei f erhoben, wodurch das Gewicht i Freiheit erhält, die Rolle h zurück zu drehen, und den Zeiger hn in die vorige Lage zu bringen. Da bei dieser Einrichtung eg sehr kurz gegen gf, und die Rolle h gegen den Zeiger hn sehr klein gemacht werden kann, so lassen sich auch geringe Veränderungen in Ansehung der Länge des Stabs a b bemerklich machen. Mortimer hat die Scheibe nach den Graden der Fahrenheit'schen Skale so bezeichnet, daſs der Zeiger in horizontaler Lage auf 212 stand. Eine Erhebung von etwa 75° gab die Siedhitze des Quecksilbers, und eine Umdrehung durch 180° die Hitze des schmelzenden Goldes.

Eine andere Einrichtung dieser Art, deren eigentlicher Erfinder ein gewisser Froteringham in Holbrach war, führte ein Künstler John Ingrane zu Spalding in Lincolshire aus (Philosoph. Transact. Vol. XLV. n. 485. p. 128). Bei dieser erhebt auch ein eiserner Stab durch seine Verlängerung einen Hebel der zweiten Art, nahe bei dessen Ruhepunkte. Auf eine ähnliche Art wird durch das Ende dieses Hebels ein zweiter Hebel gehoben, und erst dieser dreht mittelst eines an seinem Ende befestigten Fadens die Rolle mit dem Zeiger um. Bei der Verkürzung der Stange sinken die beiden Hebel vermittelst ihres Gewichts zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Dies Instrument ward im Museum der Gentlemenssociety zu Spalding aufbewahrt, und soll mit Beobachtungen an andern Werkzeugen sehr gut übereingestimmt haben.

Um diese Veränderungen noch merklicher zu machen, haben sich einige statt der Hebel Räderwerke bedient. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald (Philosoph. Transact. Vol. LI, P. II. p. 823) von Zeiher (Nov. commentat. Petropol. T. IX. p. 305) und besonders vom Grafen von Löser von welchem letztern Prof. Titius nach der eigenen Zeichnung des Grafen Nachricht ertheilt. (Thermometri metallici ab inventore comitis Löseri descriptio auctor. Dan. Titio Lipsiae 1765. 4). Oben an dem eisernen Cylinder a b (Fig. 4 Taf. XVII.) befinden sich die Hebel a d und a c, an denen ein bleiernes Prisma de befestigt ist, welches bei e mit dem Arme des oben bezahnten Sectors f p g in Verbindung steht. Dieser Sector ist bei g um eine Achse beweglich, und greift mit seinen Zähnen in das Getriebe l. Mit diesem Getriebe ist zugleich ein Stirnrad k verbunden, welches nicht allein das Getriebe m, woran der Zeiger versteckt, sondern auch das Stirnrad h, an dessen Welle sich der Zeiger i o befindet, in Umlauf bringt. Das ganze Räderwerk ist mit Bekleidungen umgeben, wo der Zeiger m n sich auf einer groſsen Scheibe, und der andere i o auf einer kleinern herumbewegt. Die

kleine Scheibe ist in Grade getheilt, welche die Gröfse der Ausdehnungen in Graden der de l'Isle'schen Skale angeben; die gröfsere hingegen ist in 10 Theile getheilt, und bemerkt Decimaltheile der Grade auf der kleinen Scheibe. Ein anderes sehr empfindliches Metallthermometer ist von Felter, Mechanikus zu Braunschweig, zusammengesetzt. (Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturg. B. IV. St. 3 S. 89). Es besteht aus zwei senkrechten cylindrischen Stangen, die eine von Messing und die andere von Eisen, die parallel neben einander herablaufen, wovon eine jede über 4 Fufs Länge bei 2 1/2 Linie Durchmesser hat. Oben sind sie fest an einander vernietet, unten ist an der messingenen ein metallener Zeiger gegen drei Fufs lang fest, der durch die eiserne hindurch geht. Wenn sich nun die messingene Stange ausdehnt, so geht der feste Punkt des Zeigers tiefer herab, da hingegen der längere Theil jenseits beider Stangen in die Höhe rückt und bei einer sehr geringen Ausdehnung einen grofsen Bogen beschreibt. Der Erfinder bringt die Stange aufserhalb des Zimmers an der Mauer an, und läfst den Zeiger durch die Mauer in das Zimmer gehn, wo er nach vielen Versuchen die Fahrenheit'schen Grade auf einen Gradbogen getragen hat, welche hier so merklich werden, dafs man einen jeden Grad noch in viele Theile theilen kann.

Alle diese Einrichtungen sind indessen nicht fehlerfrei; denn die Ausdehnungen der festen Körper sind an sich zu gering, so dafs sie hierin den flüssigsn Materien bei weitem nachstehn. Will man aber doch diese Ausdehnungen durch Zwischenmittel bemerklicher machen, so entstehen daraus Einrichtungen, die zu sehr complizirt sind, also die Fehler noch vermehren, wodurch Abweichungen und Ungleichheiten des Ganges gar nicht zu vermeiden sind. Weniger fehlerhaft scheint die Methode des Herrn Wedgwood; sie gründet sich auf die Eigenschaften des Thons, der sich in der Hitze zusammenzieht, und sich durch plötzliche Erkältung nicht wieder ausdehnt. (Philosoph. Transact. Vol. LXXII und Göttingisches Magazin von Forster und Lichtenberg 3ter Jahrgang St. 2. S. 313). Um den Grad der Hitze eines Ofens zu bestimmen, legt er einen thönernen Würfel von 1/2 Zoll Seite hinein, und wirft ihn sogleich nachdem er ihn aus der Ofenhitze genommen hat in kaltes Wasser. Hierauf mifst er die Seiten des Würfels auf einem Maasstabe, der aus zwei messingenen Linealen besteht, deren Seiten etwas schräg gegen einander zulaufen, und so weit von einander abstehen, dafs man den Würfel in den Raum zwischen ihnen hinein schieben kann. Der Würfel geht desto tiefer hinein, je schmäler seine Seite durch die Hitze geworden ist. An der Stelle, wo der Würfel stecken bleibt, steht auf dem Lineale eine Zahl, die den Grad der Hitze angiebt. Seine Skale zur Bestimmung der Grade grofser Hitze ist so eingerichtet, dafs die Null bei dem Punkte des bei Tage sichtbaren Rothglühens, d. i. bei Fahrenheits 1000 steht, und deren 240ster Grad mit 32277 nach Fahrenheit übereinstimmt. (Philosoph. Transact. Vol. LXXIV. P. II. p. 370). Hieraus findet man für beide Skalen, wenn der Wedgwoodsche mit f übereinstimmende Grad = w gesetzt wird, diese Vergleichungsformel:

$$10\ f - 1303\ w = 10000.$$

Nach Wedgwoods Anführung schmelzt Eisen bei 130° seines Pyrometers, in ihm werden: $10\ f - 1303.\ 130 = 10000$ oder

f = 1000 + 1303, 13 = 17939 nach Fahrenheit. Der gröſste Grad auf dem Wedgwood die Erhitzung seiner Würfel treiben konnte, war 160 Grad, wofür f = 1000 + 1303.16 = 20848 ist.

Wedgwood machte zwar 1782 dieses Pyrometer, aber nicht die Zusammensetzung seiner Cylinder bekannte Gazeran (Anna. es de Chimie No. 105. p. 100 ff.) will aber durch analytische und synthetische Versuche die Mischung so gut ausgemittelt haben, daſs seine Pyrometer die Wedgwoodschen an Genauigkeit noch übertreffen. Man soll nach ihm den Thonarten, die wenigstens 34 Procent Alaunerde enthalten, nur so viel Bergkrystall oder weiſsen gepülverten Sand zusetzen, als ihnen fehlt um sie feuerfest zu machen.

Andere Angaben solcher hohen Grade von Hitze hat man von Newton (Philosoph. Transact. 1701 n. 270 p. 1.) und von Krafft (Commentat. Petropol. T. XIV. p. 218 sqq.) welche sich auf bekannte Skalen reduciren lassen. Newton schloſs seine Angaben aus der Zeit der Erkaltung der erhitzten Körper, indem er meinte die Zeit müsse sich wie die Logarithme des Ueberschusses der Hitze über die Temperatur der äuſsern Luft verhalten. Auſserdem setzte er voraus, daſs sein Leinölthermometer absolute Gröſsen der Wärme anzeigte. Krafft hingegen stellte seine Versuche mit Pyrometern an. Erxleben hat (Anfangsgründe der Naturwissenschaft §. 472.) die Resultate auf die Fahrenheitsche Skale reducirt und folgende angegeben:

Fahrenh. Grade.		
650.	Das Eisen leuchtet nicht mehr im Dunkel (Krafft.); de Luc's Entzündungspunkt.	
752.	Das Eisen leuchtet im Dunkel	(Newton).
770.	— — — — —	(Krafft).
800.	— — — in der Dämmerung	(Krafft).
805.	Spiesglanzkönig wird hart	(Newton).
884.	Das Eisen leuchtet in der Dämmerung	(Newton).
1000.	Das Eisen leuchtet bei Tage	(Krafft).
1049.	Hitze eines kleinen Steinkohlenfeuers ohne daſs es angeblasen wird	(Newton).
1408.	Hitze eines Holzfeuers	(Newton).

Die Ausdehnungsmesser, die man auch Pyrometer nannte, können wir hier nicht abhandeln, da durch dieselben nur die unbekannte Ausdehnung für bekante Wärmegrade gefunden wird, ob man gleich leicht einsieht, daſs sich dieselben unter den gehörigen Restrictionen auch zu Thermometern müssen anwenden lassen. Wer sich hier der Correspondenz zwischen beiden Instrumenten wegen, von denselben zu unterrichten wünscht, findet sie unter dem Artikel Wärme und Körper im Allgemeinen (Th. II.) aufgeführt.

3) Ueber die Natur der atmosphärischen Luft.

Als Priestley seine Versuche über verschiedene Luftgattungen anfieng, bemerkte er unter andern, daſs bei allen Operationen, wo man voraussetzte, daſs eine Substanz das angenommene Phlogiston fahren lieſs, die atmosphärische Luft eine Verminderung erlitt. Ferner beobachtete er, daſs, obgleich diese Operationen dem Anscheine nach sehr

verschieden waren, der luftförmige Rückstand der atmosphärischen Luft immer von derselben Beschaffenheit war, und daſs, durch welche Operation der Rückstand auch hervorgebracht war, er zu andern dieser Art von Prozessen mehr oder weniger unfähig war: welches Priestley seiner Unfähigkeit noch mehr Phlogiston aufnehmen zu können, zuschrieb; und aus diesem Grunde nannte er ihn phlogistische Luft. Er entdeckte darauf eine Luftart, die durch die Operation hervorgebracht wurde, wobei man Substanzen gebrauchte, die, der Annahme nach, sehr begierig nach Phlogiston waren, welche zu eben den Operationen geschickter war, als atmosphärische Luft: und da er glaubte, daſs dieses Vermögen daher rühre, daſs sie sich mit mehr Phlogiston beladen könne, so nannte er sie dephlogistisirte Luft. In dieser Hypothese betrachtete demnach Priestley die atmosphärische Luft als ein homogenes Fluidum, das bei diesen Prozessen von denen er glaubte, daſs sie ihrem Grunde nach, von derselben Art wären, und die er phlogistische Prozesse nannte, seine Natur verändere, indem es an seiner Masse verlor.

Lavoisier entwarf eine andere Hypothese über die Natur der atmosphärischen Luft. Nachdem er das ganze Feld von Prozessen durchlaufen, durch die die atmosphärische Luft Verminderung erleidet, bemerkte er, daſs, wenn er den Verlust durch eine gleiche Menge von dephlogistisirter Luft das Dr. Priestley ersetzte, diese Mischung dieselbe Wirkung hervorbrachte, als die atmosphärische Luft selbst. Hieraus schloſs er, daſs die letztere eine Mischung zweier luftförmiger Flüssigkeiten sei, von denen die eine zu allen diesen Operationen durchaus unfähig war, die andere hingegen sich dabei gänzlich aufwandte. (*Mem. de l'Academ. à Paris an* 1774 *p.* 366, *an.* 1777 *p.* 69; *an.* 1781 p. 397 u. a. O.) Als er hierauf untersuchte, um welchen Theil die atmosphärische Luft durch die wirksamste dieser Operationen vermindert werde, fand er, daſs derselbe sich auf 1/4 belaufe, welches ihn zu der Bestimmung der comparativen Mengen der beiden Luftarten, aus denen seiner Annahme gemäſs die reine atmosphärische Luft durch bloſse Mischung zusammengesetzt ist, führte. (*de Luc's* Neue Ideen über Meteorologie aus dem Französ. B. II, S. 204. ff). Gewöhnlich fand *Lavoisier* bei der Analyse der atmosphärischen Luft durch Phosphor das Verhältniſs des Sauerstoffgas zum Stickgas : : 27 : 73 bis 30 : 70 (*Lavoisier Traité elementaire de Chimie T. I. p.* 33 *sq*). Lavoisier machte seine Versuche im Jahre 1775 bekannt. Vermuthlich war Scheele bei seiner Analyse der Luft, bei der er den Feuerluftgehalt derselben gleichfalls auf 0,27 setzt, eben so früh zu den von Lavoisier erhaltenen Resultaten gelangt als dieser; seine Abhandlung über Feuer aber, in der die Analyse enthalten ist, erschien erst 1777 im Druck. Die Analyse machte Scheele mit einem Gemisch aus einem Theile fein gepülverten Schwefels und zwei Theilen ungerösteter Eisenfeile, das er vorher mit Wasser besprengte.

Seit Lavoisier und Scheele haben zahlreiche Versuche die an den verschiedensten Orten angestellt wurden, z. B. von *Cavendish* in London und *Kensington*, von *Spallanzani* in Pavia und auf den Apenninen bei Modena, von Berthollet in Aegypten und Paris, von Marti in Spanien, von Volta auf dem St Gotthard und andern Orten; von *Davy* zu Bristol, *Fourcroy* in Paris; *Beddoes* an der Küste von Guinea; *Berger* auf der ganzen Kette der secundären Gebirge, welche sich von Salenche bis Annecy erstreckt, auf dem Jura, dem gröſsten Theil der primitiven Gebirge, des Thals Chamony, im Thale Aoste, im Walliserlande u. s. w. gezeigt, daſs der Sauer-

stoffgehalt der Luft stets innerhalb der Grenzen von 0,20 bis 0,23 bleibe, von *Arnim* führt (Scherers allgemeines Journ. der Chemie B. IV. S. 662) an, in der gemäſsigten Zone wechsele nach von *Humboldts* Versuchen der Sauerstoffgehalt der Luft, von 0,29 bis 0,23; auf dem Meere steige er bis 0,31 in Gruben sinke er bis 0,15.

Nach Parrot (Gilberts Annalen der Physik B. X, St. 2 S. 212) waren bei seinen mit Phosphor angestellten analytischen Versuchen die Grenzen des Sauerstoffgehalts 0,222525 und O, 24725.

Marti sagt, er habe gefunden, daſs die gemeine Luft zu Altafulla während des Winters, Frühlings, Sommers und Herbstes in allen Monaten und zu verschiedenen Stunden aus 21 bis 22 Theilen Sauerstoffgas gegen 78 bis 79 Theile Stickgas bestehe; und wenn wirklich in seltenen Fällen die Resultate um einige Hundertel verschieden gewesen seien, so haben ihm doch unmittelbar darauf wiederholte Versuche sogleich einen Irrthum gezeigt. Er sei immer nachher überzeugt, daſs diese kleinen Verschiedenheiten nur durch Versehen beim Prozesse veranlaſst gewesen seien.

Thomson (System der Chemie von Wolff übersetzt B. I. S. 89). führt an, die atmosphärische Luft enthalte ohngefähr dem Volumen nach 78 Procent Stickgas, der übrige Antheil bestehe fast ganz aus Sauerstoffgas.

Nach von Humboldt ist die Luft in den obern Regionen an Sauerstoff ärmer als in den untern. Er will in einer Luft, welche in einer circa 1300 Meter über Paris betragenden Höhe durch die Luftschiffer *Garnerin* und *Bauvais* gesammelt war, 0,259 Sauerstoff gefunden haben, während die Luft zu Paris durch die vereinigten Mittel des Salpetergas und schwefelsauren Eisens analysirt, 0,276 Sauerstoff zeigte. Fünf eudiometrische Versuche mit der letztern gaben einen Rückstand von 102. 103. 102,5. 102. 104,5 Grad. Sechs sorgfältig mit der aus der Höhe herabgebrachten Luft angestellte Versuche wichen nur um einen Grad von einander ab; sie gaben beständig 107 und 108 Grad. Die Flasche in der die Luft gesammelt war, war sorgfältig zugestopft gewesen, denn als man sie unten unter Wasser öffnete, stieg dasselbe 32 Millimeter hoch mit Ungestüm hinein. (von Humboldt's Versuche über die chem. Zerlegung des Luftkreises S. 255 f.)

Davidson führt (*Medical repository New. York* 1798 B. III.) an, unter den Wendezirkeln hatte die gemeine Luft 0,56 Theile Sauerstoffgas.

Schurer führt an, (*Synthesis oxygeni* p. 91), viele mit Fontana's Eudiometer über die Luft angestellte Versuche haben folgendes gelehrt: 1) Die Menge des Sauerstoffs in der Atmosphäre ist allenthalben, geringe Veränderungen ausgenommen, beständig und gleich; 2) sie ist im Winter und an Seeküsten um etwas weniges gröſser als im Sommer und Herbste und an vom Meere entfernten Gegenden; 3) Winde können nach der Beschaffenheit der Luft an dem Orte wo sie entstehn, die Güte der Luft die sie durchstreichen, verändern; 4) Die Luft an sehr volkreichen Orten ist nicht so sauerstoffhaltig als auf dem Lande.

Von *Humboldt* fand auf dem Gipfel des Antisana in 2773 Toisen Höhe 21 Lebensluft in 100, und auf dem Chimborasso in der Höhe von 3031 Toisen 20 in 100; von *Saussure* giebt die Luft auf dem Gipfel des Mole $\frac{2}{100}$ ärmer an Lebensluft und Herr Hofrath *Mayer* ohngefähr eben so auf dem Riesengebürge an. *Abbé Gruber* fand

sie an dem letztern Orte um eben so viel reicher daran. Den neuesten Versuchen von den Herren von *Humboldt, Gay-Lussac* u. a. m. zu Folge soll der Gehalt im Durchschnitte 21 sein.

Die analytischen Versuche selbst, auf welche sich diese Angaben gründen, können erst bei der Abhandlung des Verhaltens der zu den Analysen gebrauchten Substanzen gegen atmosphärische Luft ausführlich vorgelegt werden.

Uebrigens glaubte schon Mayow fast 100 Jahre vor Lavoisier (chemisch. physiologische Schriften aus dem Lateinisch. von Koellner S. 111). daſs die Luft zusammengesetzt sei.

Jede atmosphärische Luft hält aber auſser einem beständig darin vorhandenen Antheile an Kohlensäure, und einer beträchtlichen Menge gasförmigen Wassers Substanzen aller Art, deren Qualität und Quantität in verschiedenen Gegenden und verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist. Auch der Kohlensäuregehalt scheint nach Localumständen sehr verschieden zu sein, indem er von einigen z. B. Scheele (Abhandlung über Luft und Feuer, Leonhardi's Ausgabe, Leipzig 1782) auf $\frac{1}{16}$, von andern, z. B. Lavoisier und Girtanner (Girtanners antiphlogistische Chemie S. 62) auf $\frac{1}{100}$ gesetzt wird. Nach Priestley beträgt sie nicht $\frac{1}{52}$ (Kirwans physich chemische Schriften, P. I. S. 105). Richter sagt (chem. Wörterb. B. II. S. 49), die Kohlensäure der Luft betrage selten mehr als 2 Procent.

Saussure fand auf dem Montblanc in einer Höhe von 2450 Toisen noch Kohlensäure. v. *Humboldt* fand in einer durch die Luftschiffer *Garnerin* und *Bauvais* aus einer Höhe von ohngefähr 1300 Meters über Paris eben so viel Kohlensäure als in der Luft zu Paris. (Versuche über die chem. Zerlegung des Luftkreises S. 256). Die Flasche fand man dadurch, daſs eine beträchtliche Quantität Wassers, als man sie unter demselben öffnete, sogleich mit Schnelligkeit hineindrang, wohl verwahrt.

Lampadius (Systematischer Grundriſs der Atmosphärologie, Freiberg 1806 S. 115 ff). führt über den Wassergehalt der Luft in verschiedenen Gegenden folgendes hieher Gehörige an:

a) Auf hohen Bergen findet man am wenigsten Wasserdampf mit der Luft vermengt.

b) In Thälern wo Flüsse flieſsen, findet sich viel Wasserdampf, aber die Verdünstung geht nicht so schnell als auf den Bergen, und zwar vermöge des stärkern Luftdrucks, der gröſsern Feuchtigkeit und Ruhe, von Statten. Etwas ersetzt die gröſsere Wärme der Thäler am Tage.

c) Ueber dem Meer muſs vermöge der steten Bewegung des Wassers, wodurch die Oberfläche so sehr vermehrt wird, die Ausdünstung am stärksten vor sich gehen.

d) Sandwüsten können nicht so viel Wasserdampf geben, als feuchte bewaldete Gegenden.

e) An ein und demselben Orte wechselt die Ausdünstung besonders nach der Wärme, dem Winde, dem Barometerstande und nach der Trockenheit ab. Wenn es Perioden

giebt, wo die Sonne mehr Licht und Wärme giebt, als zu andern Zieten, so mufs zu solchen Zeiten auch die Verdünstung des Wassers viel stärker von Statten gehn.

f) Auch die verschiedene Stärke der Luftelectricität hat auf den Grad der Verdampfung Einflufs.

g) Der Dampf wird bald mehr bald weniger durch Einwirkung der Sonne und durch andere Ursachen in die Luft gehoben.

Die beiden Extreme des Luftzustandes in Hinsicht des Wasserdampfgehalts finden sich: a) die gröfste Trockenheit in nördlichen Ländern auf hohen Gebürgen bei heiterm kalten Wetter; b) Die gröfste Feuchtigkeit zur Regenzeit in den sumpfichten Wäldern warmer Himmelsstriche. Wenn man bei erster Fleisch in freier Luft trocknen kann, so lebt man zur Zeit der letztern in einem wahren Dampfbade. Heisse Sandwüsten haben zwar starke Verdampfung und Austrocknung, aber doch hat die Luft daselbst viel gemengten Wasserdampf. Das Extrem feuchter heller Luft ist: wenn dieselbe so mit Wasserdampf vermengt ist, dafs die Hygrometer fast ganz zum feuchtesten Punkte sinken, und umgekehrt, dafs sie bei der trockensten Luft zum trockensten Punkte steigen. Alsdann bleibt aus Mangel an Wasserdampf der Thau aus. Beide Extreme zeigen sich oft kurz vor dem Regen. In den nördlichen Gegenden Teutschlands haben wir gewöhnlich die gröfste Trockenheit bei hellem Himmel und Ostwind, und höchste Feuchtigkeit bei hellem Himmel und Südwind. Uer Wasserdampf verschwindet nach und nach, je höher wir in der Atmosphäre steigen. Die stärksten Wasserniederschläge geschehen sehr oft in der trockensten Luft. Letztere beiden Umstände führt Herr *Lampadius* als Mitgründe für die Hypothese an, dafs das Wasser in der atmosphärischen Luft in Luft verändert werde, welches man unter Wasser und Luft ausführlich behandelt findet.

Die Feuchtigkeit der Luft zu erforschen, bedient man sich des Instruments das Hygrometer, Notiometer, Hygroskop; Feuchtigkeitsmaafs, *Hygrometrum Notiometrum*, *Hygroskopium*, *Instrumentum*, *hygrostathmicum; Hygrometre, Notiometre*, *Hygroskope* genannt wird.

Es ist eine lange gemachte Erfahrung, dafs verschiedene Körper die in der Luft sich befindende Feuchtigkeit gleichsam einsaugen, und dadurch entweder eine Ausdehnung der Länge nach, oder ein Aufquellen in die Breite, mithin nach der Richtung der Länge ihrer Fasern eine Verkürzung erleiden, wie z. B. Darmsaiten, Holz, Papier, Pergament, Elfenbein, Fischbein, Federkiel, Haare, Stricke u. s. w. Darmsaiten und hanfene Stricke winden sich in feuchter Luft mehr auf, schwellen auf, und werden dadurch verkürzt. Tannenholz quillt nach der Richtung, die seine Fasern rechtwinklig durchschneiden. Diese Erfahrungen gaben den Anlafs durch dergleichen Körper die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit zu bestimmen.

In den ältern Zeiten dachte man gar nicht darauf durch richtig angestellte Versuche aus Erfahrung erwiesene Grundsätze zu Verfertigung von Instrumenten dieser Art fest zu setzen. Erst in neueren Zeiten haben *de Saussure* und *de Luc* sich beeifert feste und bestimmte Grundsätze der Hygrologie und Gygrometrie zu verschaffen. Alle die von diesen beiden Männern angegebenen Hygrometer verdienen diesen Nahmen gar nicht, und sind nichts weiter als Hygroskope, die nur anzeigen, ob die Luft feuchter oder trockner wird, ohne den Grad der Feuchtigkeit zu messen. Mit den Nahmen Hygroskop belegt man

man, wenn durch Feuchtigkeit nur das unsichtbare Wasser, das bemerkbare Erscheinungen zu Wege bringt, nach *de Luc* bezeichnet wird, die Vorrichtungen, bei denen der Hygroskopische Körper durch seine Veränderung, die in einem Medium befindliche Feuchtigkeit anzeigt.

Schwenter erzählt, dafs die Schnur, deren er sich beim Feldmessen bedient habe, von der feuchten Luft innerhalb einer Stunde um den 16ten Theil eingelaufen und kürzer geworden, und da sie vorher 16 Schuh lang gewesen, hernach nur 15 Schuh lang befunden worden sei. Eben diese Wirkung soll man an dem Obelisk, der zur Ehre des Papstes Sixtus VI aufgerichtet werden sollte, wahrgenommen haben. Als nämlich bei dessen Aufrichtung die Flaschenzüge einander zu früh, und ehe der Obelisk noch gerade stand, berührten: so konnten die Seile nicht mehr ziehen, und man wäre in die gröfste Verlegenheit gekommen, wenn der Mechanikus *Fontana* nicht auf den Einfall gekommen wäre, die Seile anfeuchten zu lassen. Sobald dieses geschehen war, bemerkte man sogleich, dafs die Säule kürzer geworden war, und der viele tausend Centner schwere Obelisk sich von selbst in seinen gehörigen perpendikulären Stand zu stellen schien.

Lambert macht über diese Erzählung folgende Anmerkung: „Ich weifs nicht wie diese Stricke gemacht waren; denn wenn ich Darmsaiten und Bindfaden von Hanf nafs gemacht hatte, so sah ich, dafs sie sich aufdreheten, dafs sie aufschwelleten, und dafs ich sie ohne grofse Stärke anzuwenden beträchtlich in die Länge ziehen konnte, welches zu thun ich nicht im Stande war, wenn sie recht trocken waren."

Dalencé sagt in seiner Abhandlung von den Barometer etc., dafs die Darmsaiten länger werden, wenn man sie nafs macht; Wolf, Sturm und viele andere hingegen behaupten, dafs sie kürzer werden. *Krünitz* sagt: „Ich habe von der Verlängerung der Schnüre zu meinen Hygrometern Gebrauch zu machen nicht nöthig gehabt, wohl aber von der Eigenschaft die sie an sich haben, dafs sie sich vor oder rückwärts drehen können, je nachdem die Feuchtigkeit der Luft sich verändert. Sie drehen sich zusammen, wenn die Luft trockner wird, und drehen sich auf, wenn sie feuchter wird, wobei die Saite nicht so lang sein darf, wenn diese Veränderung merklich werden soll. Es ist hinreichend, wenn sie nur 2 oder 3 Zoll stark ist, da sie hingegen, wenn sie in der Länge eine Veränderung leiden soll, einige Schuh lang sein mufs." Schon die Natur liefert mehrere Hygroskope. Dahin gehören: die Grannen einiger Gräser, besonders des Wildhafers, und des Federgrases (*Stipa pennata Lin.*) die Rose von Jericho, der Samen des Storchschnabels und verschiedene andere Gewächse. Vermittelst der Grannen, (Acheln, Gracheln, *Arista*) hat bereits *Eman. Magnan* die trockene und nasse Luft gemessen und bestimmt, und ein Hygroskop daraus zu verfertigen gelehrt. Die Spitze oder Granne des sogenannten Flug- oder Waldhafers (*Avena fatua Lin.*) schickt sich hiezu am Besten. Es ist dieselbe anfangs gerade, wird aber bei dem Austrocknen in der Mitte unter einem Winkel eingeknikt, und halb wie ein Strick gewunden, halb gerade. Je trockner sie wird, desto gedreheter wird sie, und desto mehr nähert sich ihre Biegung dem Winkelmafse. Läfst man trockene und in ihren Hülsen steckende Körner feucht werden, so wickeln sich die Grannen auseinander, und strecken sich aus; bringt man sie wieder in die Wärme, so drehen und biegen sich die Grannen, und die Körner selbst gerathen in Bewegung. Eben dieselbe Veränderung erfolgt nur langsamer von der in der Luft befindlichen Feuchtigkeit. Man kann daher

diese Grannen statt der Darmsaiten zu einem Hygroskop benutzen. Man setzt zu diesem Behuf ein Haferkorn der Art unten mit Siegellack in ein Holz, bricht oder schneidet die obere Hälfte der Spitze der Granne ab, und steckt es in eine zum freien Durchzuge der Luft mit Löchern versehene Büchse, daſs es oben hervorsteht. Anstatt der Spitze wird ein Zeiger angesetzt, der sich stets in einer Ebene herumbewegt, wozu entweder die abgebrochene Spitze, oder eine andere von Papier, ganz dünnen Fischbein und dergleichen leichter Materie verfertigte Nadel, unter einem rechten Winkel mit etwas flüssigen Siegellack oder Leim an die Granne festgekittet, da er denn um die senkrecht gestellte Granne einen nach Belieben eingetheilten Kreis beschreibt, die darauf bezeichneten Grade und die trockene oder feuchte Luft andeutet. Das Holz, das dies Korn trägt, muſs unten im Boden der Büchse beweglich sein, damit man es gehörig richten und alsdann befestigen kann.

Wenn die harten und holzigen Zweige der Rose von Jericho (*Anastatica Lin.*) die einen Busch bilden, trocken sind, so schlieſsen sie sich so, daſs alle die äuſsersten Enden der Zweige durch eine einwärts gekehrte Krümmung sich in einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte vereinigen, und eine Art einer kleinen Kugel ausmachen. Diese entwickelt sich bei feuchter Luft, breitet sich wie ein Moofs auseinander, und wird dadurch ein empfindliches Hygroskop.

Auch der Samen des Storchschnabels *Geranium* vorzüglich des bisamartig riechenden mit Schierlingsblättern (*Geranium Cicutae folio moschatum*) ist zu einem Hygroskope tauglich. Um dieses anzufertigen, braucht man nur auf einer, aus einer dazu bequemen Materie verfertigten kleinen Scheibe, oder, welches noch besser ist, auf einem bauchrunden Körper grade abzeichnen, und eine bloſse Kapsel oder Schote des Storchschnabels darauf zu befestigen. Ist dies geschehen, so wird man wahrnehmen, daſs die Schote sich bei trocknem Wetter mit einer solchen Geschwindigkeit herumdreht, daſs es neun bis zehn Wendungen macht, bei feuchtem Wetter aber sich so abrollet, daſs, wenn man einen Tropfen Wasser darauf fallen läſst, es hernach nur 1 oder 2 Wendungen macht. Es mag aber die Trockenheit auch noch so groſs sein, so rollt sich seine Spitze niemals auf, sondern bleibt ausgestreckt, und vertritt die Stelle einer Nadel oder eines Zeigers, so daſs die Anzahl der Wendungen oder schneckenförmigen Linien, welche an dem untersten Theile der Kapsel entstehen, die Anzahl der ganzen Kreise anzeigt, die die Granne beschrieben hat. Wenn z. B. die Scheibe in 24 gleiche Theile abgetheilet ist, und das Hygroskop nur 6 Wendungen macht, so würden es 144 Grad der Feuchtigkeit sein. Es hat dasselbe eine so starke Empfindlichkeit, daſs der Zeiger in einer beständigen Bewegung ist, und sich auf und abrollet, nachdem der Luftkreis mehr oder weniger mit Wolken angefüllt ist; so stark, daſs nur eine einzige Wolke die Sonne verbergen darf, wenn der Samen eine Wendung machen soll. Eben so kann man auch vermittelst desselben die mehrere oder wenigere Feuchtigkeit des zu der Zeit wehenden Windes erkennen. Denn, da das Hygroskop keinen künstlichen Zeiger hat, so ist auch der heftigste Wind nicht im Stande seine Bewegung in Unordnung zu bringen, und sein Aufrollen zu verhindern. Da der geringste Hauch dasselbe verändert, so kann man vermittelst desselben die verschiedene Trockenheit der Luft in den Zimmern erkennen, und es ist so empfindlich, daſs die Ausdünstungen des menschlichen Körpers dasselbe in Bewegung setzen, wenn man sich in der gehörigen Entfernung von dem Zeiger befindet. Dieses Hygroskop ist zwar nur höchstens 1 oder 2

Jahr brauchbar; aber diesen Fehler hat es mit andern gemein, die auch in kurzer Zeit das Vermögen die Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft zu entdecken, verlieren. Dafür kann man aber auch jährlich eine hinlängliche Menge dieser Samen sammlen, und es läſst sich an die Stelle des unbrauchbar gewordenen gar leicht wieder ein anderes setzen. Es ist zur Aufbewahrung der Samen nichts weiter nöthig, als daſs man sie nur in einen Keller, oder an einen andern feuchten Ort, bringe. Eine ausführliche Beschreibung dieses Hygroskops steht u. d. T. *Description d'une nouvel' hygroscope fort simple* im *Journal œcon. Juin.* 1765, p. 285. f. von Krünitz übersetzt im 1 Theile des gemeinnützlichen Vorraths auserlesener Aufsätze etc. (Leipzig 1767, 8. p. 176 bis 189.)

Das goldgelbe schuppicht blättrige Sternmoos, eine Art blätteriger oder sternförmiger Röschen, die man an verschiedenen Mosen wahrnimmt, und welches in Wäldern und auf allen Mauern wächst, wird hygrometrisches Sternmoos (*Mnium hygrometricum Lin.*) genannt. Zwischen jedem Blatte desselben entspringt ein Stiel, der etwa 1 Zoll lang, unterwärts purpurfarben ist, und eine kugel oder birnförmige, orangefarbige, schwachgestreifte, und unterwärts hängende Büchse trägt. Im jungen Zustande und im Herbst ist die Büchse ganz dünn, und steht mehr aufgerichtet, wird aber hernach dicker und niederwärts gerichtet. Wenn man mit einem nassen Finger den Büchenstiel an diesem vertrockneten Moose von unten nach oben zu berührt, biegt sich die Büchse auf die andere Seite; wenn man aber denselben von der Büchse nach unten zu streicht, schlägt sich diese wieder zurück, und darin besteht die Beziehung dieses Mooses aufs Hygrometer. Endlich ist der gedörrte Klee auch ein Hygroskop. Wenn im Winter Thauwetter eintreten will, so zieht sich die Feuchtigkeit der Luft in die gedörrten Kleestengel, und das Vieh friſst sie dann ungern; bei trockner Luft hingegen werden sie so spröde, daſs sie sich leicht zermalmen lassen.

Was die künstlichen Instrumente betrifft, deren man sich in älteren Zeiten zu dieser Absicht bediente, so verfiel man gewöhnlich auf die, welche die Feuchtigkeit der Luft stark anziehn, als Wolle, Schwamm, gewisse Salze, Oele u. s. w., und diese legte man in eine Wagschaale, oder hängte sie daran, und brachte alsdenn die Wage in das Gleichgewicht. Ist die Luft feucht, so zieht sich die Feuchtigkeit in die Materie hinein, macht sie schwerer und veranlaſst so an der Seite derselben einen Ausschlag der Wage. Man versieht auch die Wage oben, wo das Züngelchen ist, mit einem Quadranten um den Ausschlag desto genauer bemerken zu können. Nachher wandte man auch Holz und Elfenbein an, aus deren Aufschwellung und Ausdehnung man auf die Quantität der eingesogenen Dünste schloſs. Eines Schwammes bediente sich Wilh. Arderon in England (*Philosoph. Transact.* B. XLV. Th. 1 Nro. 479, März und April 1746 S. 95 f.) Sein Hygrometer besteht aus einer Wage, auf welcher der eine Arm einen Schwamm trägt, der andere zwar am gewöhnlichen Orte eine Kette von Bleischrot im Gleichgewichte mit dem Schwamme angehängt hat, aber viel länger ist, und mit seiner äuſsersten Spitze an einer numerirten und abgetheilten cirkelrunden Linie, wie ein Zeiger ist, dessen Steigen und Fallen die Feuchtigkeit oder die Trockenheit der Luft anzeigt.

Die Hygrometer von Schwämmen sind nicht sehr empfindlich, wenn man sie nicht mit Salz imprägnirt; sie haben aber den Vortheil, daſs sie die Schwere der Feuchtigkeit anzeigen. Da sie aber beständig in freier Luft hängen müssen, so kann man nicht verhüten,

dafs nicht nach und nach Staub auf dieselben fällt, wodurch das Gewicht vermehrt wird, ohne dafs die Luft feuchter geworden ist.

Einen Vorschlag ein Hygrometer von Salz und vermittelst einer richtigen Wage zu verfertigen, findet man in dem Auszuge aus einem Briefe des Herrn von Loys von Cheseaux an Herrn Bertrand v. 30 Jan. 1761 im 1 St. des 3 Jahrg. der durch die ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammelten Abhandl. und Beobachtungen a. d. Jahr. 1762, p. 203 f.) In den Bresl. Sammlung, v. d. J. 1724 p. 632 f. erzählt *Dr. Brückmann* bei dem Kaiserl. Oberkammereinnehmer von Neffzern in Neusol eine in Lebensgröfse von Steinsalz ausgehauene Statur gesehen zu haben, die derselbe an Statt eines Hygrometers gebrauchte. Denn fing die Figur an zu schwitzen, so konnte er mit Gewifsheit nasses Wetter vorher sagen, wurde sie aber wieder trocken, so war es eine sichere Anzeige, dafs sich der Himmel wieder aufhellen werde.

Unter den Geschenken mit denen der Baron v. Asch im Sommer 1780 das Göttingische Universitätsmuseum bereicherte, befanden sich auch einige runde Scheiben von einem sehr feinen Thonschiefer, theils roh, theils gebrannt, deren sich Lowitz zu seinem Hygrometer bedient hatte. Sie sind vom Ufer der Wolga bei der Mündung der Kanytschintka bei der Festung Dmitrowsky etwa 3 1/2 Engl. Zoll im Durchmesser, und 1/3 Linie dick. Wenn man sie an die Lippen bringt, und wieder wegzieht, so bleibt gewöhnlich ein Stück von der Haut hängen. An eine empfindliche hydrostatische Wage gehängt, mit etwas Hammerschlag ins Gleichgewicht gesetzt, und der Feuchtigkeit der Nachtluft ausgesetzt, sinkt das Scheibchen sehr tief; bei dem ersten Sonnenblick aber bekommt der Hammerschlag ein grofses Uebergewicht.

Auch die concentrirte Schwefelsäure ist als Hygrometer gebraucht. Wilhelm Gould in Oxford machte (*Philosoph. Transact.* B. XIV, J. 1684, Nr. 156 p. 496 f.) bekannt, er habe bemerkt, dafs, nachdem er von 3 Quentchen Vitriolöhl die Feuchtigkeit so weit abgedampft hatte, bis es einen dicken Faden zerfrafs, der Rückstand in einem offenen Glase der Luft ausgesetzt, welches im Durchmesser 3 Zoll weit war, täglich an Quantität zugenommen und sich nach 57 Tagen so vermehrt gehabt habe, dafs aus 3 Quent. 9 Quentchen 30 Gran geworden sein. Gould glaubt deshalb man könne das Vitriolöhl zu einem sehr sichern und empfindlichen Hygrometer gebrauchen, besonders weil dasselbe nicht nur bei feuchter Luft schwerer, sondern auch bei trockner Luft wieder leichter werde. Von einem Hygrometer eines gewissen *Renes* in England ertheilt *Monconys* in seiner Reise nach England, teutsche Uebersetzung S. 524 folgende Nachricht: „*Renes* sagte mir, weil das Trockne entweder eine gänzliche Ausschliefsung, oder nur eine Verringerung der Feuchtigkeit ist, so ist es schon hinreichend, wenn man die Quantität der Feuchtigkeit observirt. Wenn man demnach einen sehr weiten gläsernen Trichter, der aber einen sehr engen Hals und Schnabel haben müfste, in einem Keller oder andern feuchten und schattigen Orte, und zwar so, dafs der Wind kein Hindernifs verursachen könnte, doch nahe an einem Fenster und oben an der Decke anhängte, so dafs ohngefähr 2 Querfinger zwischen dem Trichter und der Decke oder dem Gewölbe wären, so würde nach Proportion der Feuchtigkeit der Luft, dieselbe in ein Wasser verdickt werden, und tropfenweifs durch den Schnabel des Trichters in eine sehr künstlich erfundene Wage fliefsen, da man denn das Gewicht auf das Genaueste bemerken könnte. Diese Wage ist dem Ho-

rizonte gleich; daher wird dieselbe, man lege auch in die eine Schale so wenig als man wolle, immerfort sich anneigen oder senken. An dem Ende ist ein Faden mit einem Gewichte, der senkrecht von dem Ringe fällt, der die Axe hält; und weil nun dieser Faden seine Perpendicularstellung behält, so zeigt er an den verschiedenen Abtheilungen des steigenden Armes den eigentlichen Unterschied des Gewichts an.“ Krünitz bemerkt hiebei: „Was die Sammlung der Feuchtigkeit vermittelst des Trichters betrifft, so ist nichts dagegen einzuwenden. Bei der Wage aber ist vieles zu erinnern. Denn 1) weil der Arm der die Skale träget viel länger und schwerer ist, als der Arm hinter dem Gewichte an den Faden, so kann die Wage unmöglich horizontal stehen, zumal, da noch die Wagschaale hinzukommt. Daher müfste nothwendig an dem kürzern Arme ein Gegengewicht sein. 2) Hiernächst stellt diese Figur nach Proportion eine erzfaule Wage vor, sogar, dafs kaum Lothe dieselbe in etwas empfindsam machen würden. Indessen ist doch das rechte Fundament, eine Wage zu machen, welche sich immer nach und nach bei Vermehrung des Gewichts senkt, und nicht gänzlich auf ein Mal herunter wirft. Hiezu hilft auch, wenn der eine Arm kurz, und mit einem Gegengewichte versehen ist, und besser als wenn beide Arme gleich lang wären.“

Im Jahre 1722 wurde in den Hamburgischen und andern Zeitungen eine sogenannte neue Wettermaschine feil geboten, und dabei gemeldet, dafs dieselbe mit dem Futteral, worin das kleine Werk vorhanden ist, nicht gröfser als 1 Finger lang und 2 Finger breit wäre, so dafs man sie füglich in der äufsersten Tasche bei sich tragen könnte; dafs diese Maschine des Sommers Trockene und Regen, des Winters Frost und Thauwetter, auch ob das gute und regnichte Wetter lange anhält oder bald nachläfst, anzeigte. Ein anderes Mal hiefs es: „Erwähnte Maschinen sind als subtile Balancen anzusehen, daran sonderbare Materien fest gemacht sind, so, dafs wenn die geringste Trockenheit oder Feuchtigkeit in der Luft vorhanden, die eine Seite der Balance ordentlich die trockene und feuchte Luft accurat in Graden anzeigt.“ Man konnte dieselben zu Hamburg in der Schiffergesellschaft von einem gewissen Astronom bekommen, das Stück für 1 Mk. 2 Schill. Er erboth sich, wenn Jemand beweisen könnte, dafs diese Maschinen nicht die angezeigte Wirkung thäten, demselben, wenn er sie nicht über 8 Tage gehabt, und er sie unbeschädigt wieder einlieferte, das ausgelegte Geld wieder zu geben.

Leupold der einige Exemplare zur Untersuchung kommen liefs, giebt im *Theatr. stat.* S. 291 folgende Nachricht davon: „Ich habe zur Zeit noch nicht erfahren, dafs Jemand die rechte Materie gefunden hätte. Das Werkchen an sich selbst ist seiner Figur nach ein Stückchen graues Papier 4 Zoll lang, und 3/4 Zoll breit, und gleicht einem Stückchen grauer Pappe, oder starken Papier oder Span, ist aber obenher rauh wie ein zartes wollenes Tuch oder Flockseide; untenher, wo man es mit der Hand fafst, ist es mit etwas Goldpapier eingefafst, und steckt übrigens in einem papiernen Futteral. Aus dem Effect, den es thun soll, siehet man, dafs es ein Hygrometron sein soll, und daher eine Materie haben mufs, die die Feuchtigkeit und Trockne leicht annimmt, welches sonst viele, ja fast alle trockene Materien, die nicht fest oder zu hart sind, als Metalle, Glas, Stein u. dgl. und die nicht fest oder öhlicht sind, thun. Weil nun um die Materie sich viele mit recht grofsem Eifer bekümmert, so will hiemit anzeigen, was es sei. Indem ich durch die Wasser und Feuerprobe fand, dafs es etwas harziges, oder eine Materie die im Was-

ser sich ganz auflöset, und auch im Feuer brennt, war; so gab es Gelegenheit, dafs Hr. *I. G. Cotta* sich erinnerte, wie er als Knabe von Kirschharz oder Gummi, so aus den Kirschbäumen fliefset, mit den Fingern Fäden gemacht, und ein solches Gewebe, oder vielmehr ein solches Blättlein formirt. Er machte sogleich eine Probe, und es befand sich, dafs kein Ei dem andern ähnlicher seyn kann, als die Hamburgische Wettermaschine unserm Gummiblättlein. Und das fand sich auch durch alle Experimente mit Feuer und Wasser, als auch mit der Veränderung, dafs es bei der Feuchtigkeit schlapp und bei der Trockne steif wurde; und da man solches noch mit einem andern Stücke versetzte, wurde der Effekt noch gröfser. Allein ich mufs gestehen, dafs es den andern Notiometris mit der Saite, Leder u. dergl. absonderlich der Haferspitze, gar im Geringsten nicht beikommt, auch überdies unbequem ist, weil man es alle Mal erst in die Hand nehmen mufs, vor Nässe und Schaden wohl verwahren, und doch an der Luft seyn soll, und daher mehr eine Curiosität, als nöthige und nützliche Maschine, wenn man es anders so nennen wollte, zu achten ist."

In den Bresl. Samml. v. d. Jahre 1723, p. 463 f. fällt Jemand über das Instrument folgendes Urtheil: „Die neue Wettermaschine, wie ich selbst gesehen, besteht in nichts Anderm, als einer Art Flockseide, welche mit einem alkalischen Kleister oder Leim angemacht, und alsdann ganz dünn geprefst, so dick wie Löschpapier ist, wie es denn auch fast so aussieht. Hernach werden Fingers lange Läppchen daraus geschnitten, welche man bei sich in der Tasche trägt, wo es immer warm bleibt; nimmt man es heraus und hält es etwas, so attrahirt es *aërem frigidum vel humidum*, und wird schlapp oder starr. Das ist die ganze Kunst." Man hat auch Streifen von Papier oder einer Haut zu Hygrometern angewandt, indem sie, wenn die Luft feucht ist, länger werden, im Trocknen aber wieder eingehn.

Dalencé hat in seinem *Traité des Baromètres, Thermomètres etc.* dergleichen beschrieben.

Amontons hat im *Journal d. Sçav.* vom Jahr 1688, p. 403 f. zwei Arten von Hygrometern bekannt gemacht. Eine gläserne Röhre, eine Linie oder $\frac{1}{12}$ Zoll weit und 34 Zoll lang, ist oben mit einer gläsernen Büchse A und unten mit einer gläsernen Kugel B, $1\frac{1}{4}$ bis anderthalb Zoll im Diameter, wie die Thermometer haben, aufser dafs sie unten im Boden durchlöchert ist, versehen. Diese gläserne Kugel ist in eine gröfsere C D E F eingeschlossen, welche mit Mastix an die Röhre etwas über der Kugel B fest gemacht ist. Diese Büchse oder äufsere Kugel kann aus Buchenholz, Horn oder Leder gemacht werden; man hat aber gefunden, dafs Schaf- oder Hammel-Leder, nach Art und Weise der Gerber zugerichtet, die beste Wirkung gethan hat, dafs es die Figur annimmt, und bequem bei Feuchtigkeit und Trockne ist. Diese ganze Kugel C D E F wird mit Quecksilber gefüllt, wie auch der untere Theil der Kugel B; der obere aber und ein Theil der Röhre über B werden mit einem magern Liquor gefüllt, der nicht gefriert; der übrige Theil der Röhre und die halbe Büchse A werden mit einem fettern und leichtern Liquor gefüllt, die halbe Büchse aber bleibt voll Luft, und ist oben offen, so, dafs die Luft weichen kann; und damit die Verdunstung nicht gar zu stark sei, ist in der oberen gläsernen Büchse nur in dem obersten Theile ein sehr kleines

Löchelchen gelassen. Dieses Glas wird auf einem hölzernen Gestelle befestigt, und wie ein Thermometer mit Graden versehen. Wo nun die beiden Flüssigkeiten einander berühren, ist dieselbe Linie gleichsam der Zeiger auf den Graden, und es stehet solche bei trocknem Wetter viel höher als bei feuchtem, und also auch im Gegentheil, weil bei feuchtem Wetter die Kugel gröfser wird, und die Flüssigkeit in der Röhre hinunter fallen kann, bei trockner Luft aber kleiner wird, und die Flüssigkeiten hinaufprefst.

Die zweite Art des Instruments ist folgende: Die gläserne Röhre ist 35 bis 36 Zoll lang, und von der Weite der vorher beschriebenen. Oben und unten ist sie offen, und endigt sich in eine gläserne Kugel, die aber nicht recht rund, sondern in etwas zusammengeprefst ist, mit zwei Löchern, die sich, wie an gläsernen Dintefässern, deren Boden in der Mitte hineingebogen ist, hineinziehen. Der Diameter ist beinahe 2 Zoll. Sie wird, wie die an dem vorigen Instrumente, mit einer ledernen Kugel überzogen. Beide sind mit Quecksilber gefüllt, aufser dafs der obere Theil der gläsernen Kugel mit einem mit Scheidewasser vermischten Wasser gefüllt wird, an der Quantität so viel, dafs es bei der gröfsten Trockenheit die Röhre bis oben anfüllen kann, ohne dafs das Quecksilber hineintritt. Diese letzte Art soll den Vortheil haben, dafs man es leichter über Land bringen kann. Uebrigens aber sind beide so empfindlich, dafs durch blofses Hauchen oder Ausdünsten der Hand die Flüssigkeit zwei bis drei Zoll steigen soll.

Krünitz bemerkt hiezu, der Verfasser drücke sich, in Hinsicht auf die lederne Büchse oder Kapsel nicht bestimmt genug aus, so dafs man nicht wisse, auf welche Art das Leder zugerichtet seyn müsse; vermuthlich müsse es kalt gar seyn, wie es der Orgelmacher und die Buchdrucker zu ihren Ballenledern gebrauchen, weil Sämischleder das Quecksilber sogleich durchlaufen läfst, das kalt gare aber sogar Luft hält.

Die Hygroskope von Holz sind nach *Krünitz* nicht sehr dauerhaft, besonders wenn man Anfangs frisches Holz dazu gebraucht hat; indem es allmählig die Eigenschaft verliert, welche es an sich hatte, dafs es durch Feuchtigkeit aufschwillt. Man hat Bretter von Tannenholz gesehen, welche, nachdem sie trocken geworden waren, mehr als den dreifsigsten Theil in der Breite verloren hatten.

Die Hygrometer von Holz bestanden aus einem viereckichten, oder ein Oblongum bildenden, Rahme, zwischen den zwei Bretter gestellt sind, und zwar so, dafs dieselben in den beiden Seitenrahmstücken mit Nägeln befestigt sind, unten und oben aber in Ruthen gehn, damit sie schwinden und quellen, und also frei hin und her gehen können; daher zwischen ihnen auch noch einiger Raum gelassen wurde. An dem einen Brette befindet sich ein messingerner Arm, welcher an der einen Seite mit Zähnen versehen ist, und in ein kleines Rad oder Getriebe eingreift, an dessen Axe ein langer Zeiger befestigt ist. Wenn nun beide Bretter eintrocknen und von einander gehen, treibt es das Rädchen und zugleich den Zeiger um, und zeigt aufsenher an einem Zirkel die Grade. Der Zirkel mit der Abtheilung mufs nun auf dem andern Brette fest und das Rädchen das Centrum desselben seyn. Der Erfahrung zufolge sind zu diesem Hygrometer am Besten Bretter von Tannenholz, das kein Fett, Kien noch Aeste hat, aus der Mitte des Baums geschnitten und gleich durchgehend von Jahren ist.

Eine andere Art dieses Hygrometers unterscheidet sich von dem obigen nur darin, dafs die Tafel viel breiter ist, und der Zeiger unten auf dem Fufse fest stehet. Die

Tafel ist oben fest, und geht auf beiden Seiten willig in Ruthen. Die beiden langen Rahmstücke sind so eingerichtet; dafs man Thermometer und Barometer daran hängen kann.

Leupold hat letzt beschriebenes Hygrometer auf folgende Art zu verbessern gesucht. An einem Brette, welches oben fest gemacht ist, ist unten ein Stab befestigt, an dem das kurze Ende von einem so genannten Storchschnabel um einen Stift beweglich ist, der zugleich auf einem Brette fest sitzt. Wenn nun das erstere Brett quillt und hernieder geht, treibt es das Ende des Storchschnabels durch den Stab herab, das entgegengesetzte gröfsere Ende, das mit einer gezahnten Stange versehen ist, doppelt hoch, wobei die Stange in ein Getriebe, das an seiner Axe mit einem Zeiger, der auf einem Zirkel die Grade zeigt, versehen ist, eingreift und den Zeiger umtreibt.

Er hat dasselbe Hygrometer auch noch so eingerichtet, dafs der Storchschnabel vierfach angelegt ist, also der Effekt achtfach erscheint.

Zwei Holzhygrometer wurden von einem M. *Gottfried Teuber* erfunden. (*Acta Erudit. Lips. A.* 1687, *M. Febr.* p. 76 f.; und *A.* 1688, *M. Apr.* p. 180 f.) Sie beruhen auf denselben Grundsätzen als die angeführten, nemlich durch schickliche Vorrichtung das Quillen und Zusammenziehn des Holzes zu messen. Das dazu angewandte Holz ist tannenes. Eben so hat *Ferguson* ein Hygrometer, dessen hygroskopischer Körper ein Brett von weifsem Tannenholze ist, angegeben. Die Beschreibung ist im B. XLIV d. *Philosoph. Transact.* und im *Gentlem. Magaz.* Jun. 1767 p. 297, und teutsch im B. II des neuen Brem. Mag. p. 371.

Etwas bessere Hygrometer, als die bisher beschriebenen, sind die, die aus Faden und Darmsaiten verfertigt werden, obgleich sie noch sehr unvollkommen sind. Die aus Bindfaden oder einer zusammengedreheten Schnur von Hanf gemachten, die man Wetterseil oder Wetterstrick (*Funis hygroscopius*) nennt, sind die erste Art. Schon oben wurde erwähnt, dafs, indem das Wasser sich in die Zwischenräume des Hanfes hineinzieht, eigentlich zwei Wirkungen entstehn, nemlich dafs der Bindfaden kürzer wird, und dafs die Schnur sich herumdreht. Wenn man die erste Eigenschaft zum Feuchtigkeitsmessen gebrauchen will, so verfährt man auf folgende Weise: Man nimmt eine einfache Hanfschnur, ohngefähr in der Dicke eines Fingers, und etwa 30 bis 40 Fufs lang, welche nur ein Mal gewunden, d. h. nur von 2 Schnüren sanft zusammengedreht seyn darf. Diese Schnur befestigt man an dem einen Ende an einen Nagel, den man in eine Wand, wo die freie Luft, aber kein grofser Regen, hinkommen kann, eingeschlagen hat, und hängt sie der Länge nach an. An das andere Ende der Wand befestigt man eine oder einige Rollen, und zieht die Schnur in die Queere über dieselben, damit sie der Höhe nach nicht so viel Platz einnehme. An das andere Ende aber wird ein ziemliches Gewicht gebunden, welches die Schnur ausgespannt erhält. Wenn die Luft feucht ist, zieht die Schnur sich zusammen, und wird kürzer, mithin mufs das Gewicht in die Höhe steigen. Wird hingegen die Luft trocken, so trocknet auch die Schnur wieder aus, und wird daher länger; es geht also das Gewicht nieder. Damit man nun diese Veränderung auch bemerken könne, so wird an die Wand eine Skale oder Eintheilung, und an das platte Gewicht ein Zeiger gemacht, welcher dann anzeigt, um wie viel das Gewicht sich erhebe oder senke, nachdem nemlich die Luft feucht oder trocken wird.

Um

Um hinlänglich die Verlängerungen oder Verkürzungen der Schnur bemerken zu können, so mufs man dieselbe lang machen. Verstattet es die Länge eines Zimmers oder einer Wand, so kann es in einer Linie geschehen, ist dieses aber nicht der Fall, so läfst man die Verlängerung über verschiedene Scheiben geschehen. Solche Scheiben aber müssen grofs und recht rund sein, und die Axen so klein und auch so rund als möglich, und nicht stocken. Dafs die Schnüre perpendikulär gezogen werden, ist darum besser, weil sie bei einer Horizontallinie in der Mitte einen Bauch machen, und daher schwer steigen und fallen. Weil nun die Veränderung der Schnüre so sichtbar nicht wird, dafs man auch sehr kleine Modifikationen der Beschaffenheit der Luft wahrnehmen könnte, so hat man ausser der einfachsten Art, bei der nämlich an die Schnur blos ein Gewicht gehängt, und an derselben ein Zeiger angebracht ist, der die Veränderung an den Graden des Maafsstabs anzeigt, noch andere Mittel erfunden, das Instrument empfindlicher zu machen, und zwar durch Scheiben, woran ein Zeiger befestigt ist, der an einem Zirkelbogen die Grade zeigt. Es mufs aber die Scheibe, wenn man viel dadurch gewinnen will, im Verhältnifs zum Zeiger sehr klein sein. Denn ist die Scheibe 2 Zoll und der Zeiger 4 Zoll, so zeigt es nur das Doppelte der Aenderung der Schnur; ist hingegen die Scheibe zwei und der Zeiger zwölf Zoll lang, so zeigt sich schon 6 Mal so viel. Auf diese Weise kann durch eine Schnur, die nur von 2 Ellen ist, eben so viel erhalten werden, als wenn eine 12 Ellen lange Schnur gebraucht wird.

Will man die zweite Eigenschaft der hanfenen Schnüre, dafs sie nemlich, indem sie von der Feuchtigkeit einkriechen, sich drehen und winden, zu Hygrometern anwenden, so darf man nur eine kurze Schnur an einen Nagel perpendikulär und frei aufhängen, oben fest machen, unten aber mit einer Kugel oder Scheibe versehen, die man in gewisse gleiche Theile theilet. Hat man nun auf der Seite des Gestelles einen Zeiger befestigt, so ist dieses Instrument der Hauptsache nach fertig, und seine Wirkung bestehet darin, dafs, wenn die Schnur feucht wird, sie sich zusammen drehet, und auch die Kugel mit herum wendet, wenn sie aber wieder austrocknet, sich wieder aufdrehet, und dadurch Veranlassung wird, dafs die Kugel zurück geht. Der Zeiger zeigt an, um wie viel die Kugel sich gewendet hat. Ein solches Hygrometer soll ehemals am Hofe zu Turin gewesen sein, welches aus einem Seile, an dem ein Hirschgeweih befestigt war, das durch seinen Stand gegen die Weltgegenden die Beschaffenheit der Luft in Hinsicht auf Feuchtigkeit anzeigte, bestand.

Die Fäden haben indessen unter andern die Unbequemlichkeit, dafs sie gemeiniglich sehr ungleich gedrehet sind, oft eine ganz unordentliche Lage der Fasern haben, und daher im Auf- und Zudrehn eine ganz ungleiche Bewegung machen.

Die Darmsaiten verlängern und drehen sich auf im feuchten Zustande, verkürzen und drehen sich zu im trocknen. Diese Darmsaiten sind unter den bisher angeführten hygroskopischen Körpern die tauglichsten. Damit sie die Feuchtigkeit besser aufnehmen, und von ihrer Fettigkeit ziemlich gereinigt werden, pflegen Einige sie vorher mit Laugensalzen zu behandeln. Andere hingegen behaupten, man solle sie in ihrem natürlichen Zustande lassen, sie dauerten länger, und liefsen die Feuchtigkeit schneller wieder fahren, als die in Laugensalzauflösung geweichten. *Lambert* versichert, sie seien ohne Salz schon empfindlich genug, und er habe Instrumente dieser Art 15 Jahre hindurch zu meteorolo-

gischen Beobachtungen gebraucht, ohne daſs sie nach dieser Zeit schwächer oder unempfindlicher geworden wären, nur müsse man dazu keine mit Oel getränkte Saiten brauchen, weil das Oel nur sehr langsam trockne. *Leutmann* giebt in seinen *Instrumentis Meteorognosiae servientibus* den Rath, man solle sehr dicke Saiten nehmen, welcher wohl darauf beruht, daſs sie alsdann steifer sind, und sich nicht so leicht krümmen. Man sieht aber leicht, daſs sie immer desto empfindlicher sein müssen, je dünner sie sind.

Die gewöhnlichste Art Hygrometer aus Darmsaiten zu verfertigen, ist diese, daſs die Saiten so gestellt werden, daſs man sich blos ihrer Auf- und Zudrehung zur Erforschung der Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft bedienen könne, ohne auf die Verkürzung oder Verlängerung der Saite zu sehen.

Die Anfertigung des von *Leutmann* angegebenen Hygrometers ist folgende: Man nimmt eine etwas grobe Violin- oder Lautensaite, etwa eine Spanne lang, und legt sie einige Tage hindurch in ein Wasser, worin man einen guten Theil Pottasche aufgelöst hat, oder auch in sogenanntes Weinsteinöl (*Ol Tartari per deliquium*). Hierauf wird die mit Salztheilen imprägnirte Saite herausgenommen, an dem einen Ende mit einem Nagel an die Wand befestigt, an dem andern aber mit einem Gewichte von ohngefähr 1 Pfund beschwert, hernach zusammen gedrehet, und dafür gesorgt, daſs sie sich nicht aufdrehen könne, sondern in einem solchen Stande ein paar Tage bleibe, und recht austrockne. Diese ausgetrocknete Saite wird alsdann an einem kleinen hölzernen Cylinder befestigt, und in dem Mittelpunkte der einen Basis eingeleimt, aus dem Mittelpunkte der andern Basis aber läſst man einen dünnen Draht oder eine stählerne Nadel gehen, woran man einen leichten Zeiger befestigt, der der Bewegung der Saite allezeit folgt. Ferner läſst man eine hölzerne Büchse von beliebiger Figur, Weite und Höhe machen, diese aber des bessern Ansehens wegen mit einigen Verzierungen, und mit einem Fuſs- und Postementgesimse versehen. An dem Boden dieser Büchse wird in der Mitte das andere Ende der Saite mit einem hölzernen Keilchen befestigt; auf dem Postementgesimse zieht man etliche concentrische Cirkel, und theilt dieselben in beliebige Theile ein. Damit die Saite recht gerade stehet, läſst man den Draht durch einige durchbohrte dünne messingene Scheiben gehen, doch so, daſs der Draht sich frei und ohne Friction bewegen kann. Endlich bemerkt man die Stellen des Zeigers auf den eingetheilten Cirkel, wo die Luft trocken, und wo sie feucht ist, welches sich durch Erfahrung gar leicht bestimmen läſst. *Krüniz* bemerkt hiebei, es könne sich zuweilen ereignen, daſs die Saite bei der gar zu groſsen Trockenheit oder Feuchtigkeit mehr als eine Revolution mache, und auf diese Weise einige Verwirrung verursachen könne; nun könne man zwar diesem Fehler durch ein Stiftchen abhelfen, das oben bei dem gerissenen Cirkel so angebracht wird, daſs es die weitere Bewegung des Zeigers hindert; oder man könne auch ein kleines Räderwerk zu Hülfe nehmen, da man nemlich an dem Drahte ein subtiles Getriebe fest mache, welches in ein Rad eingreife, an dessen Axe ein Zeiger befestigt ist, der die Revolutionen zu erkennen giebt; man könne aber noch leichter davon kommen, wenn man die Saite kürzer mache, so, daſs sie nur eine Revolution verrichten könne; habe man die Kapsel oder Büchse schon fertig, so sei es nicht nöthig, daſs man dieselbe nach der verkürzten Saite einrichten lasse, denn man könne der Länge des Drahts zugeben, was man der Saite abgenommen habe. Am besten ist es, wenn man kleine und groſse Stücke einer

solchen präparirten Saite bei der Hand hat, und alsdann durch die Erfahrung ausmacht, welches unter ihnen nicht mehr als eine Revolution macht; dieses nimmt man dann, um damit auf angezeigte Art zu verfahren. Auf diese Weise bekömmt man ein Hygrometer, das wenig kostet, nach *Krünitz* in der Bewegung keineswegs träg ist, sondern im Gegentheile Trockenheit und Feuchtigkeit sehr gut anzeigt, und von langer Dauer ist.

Man sieht leicht, dafs man diesem Hygroscope allerhand Formen und Einrichtungen geben kann; so hat z. B. *Leupold* dasselbe so eingerichtet, dafs bei feuchtem Wetter das Bild eines Frauenzimmers mit einem Regenschirme, bei trocknem Wetter aber ein Jäger herauskömmt, u. s. w.

Weil es schwer ist, die gehörige Länge einer Saite genau zu treffen, so, dafs sie nicht mehr oder weniger Revolution als verlangt wird macht, so suchte *Teuber* (*Novum genus hygrometri, minutissimas aëris mutationes duplici modo ostendens, inventum a M. Gothofr. Teubero* in den *Act. Erud. Lips. A.* 1687, *M. Febr. p. 76 ff.*) es an einem von ihm angegebenen Hygrometer dieser Art zu bewirken, dafs dennoch keine Verwirrung entsteht, die Schnur mag sich ein oder einige Mal drehen. Er nimmt nemlich eine Röhre dazu, die voll Löcher ist, damit die Luft ungehindert durchstreichen kann. Oben an der Röhre ist ein Stöpsel, an dem die Saite befestigt ist, die unten etwas aus der Röhre heraus steht, woran eine bleierne Scheibe nach Proportion der Saite befestigt ist. Auf dieser Scheibe ist ein Fufs, in dem ein Zeiger mit seiner Axe beweglich ist, und an dem der eine kürzere Theil des Zeigers mit dem längern vermittelst einer Kugel meist in das Gleichgewicht gebracht ist, doch so, dafs der lange doch noch ein wenig schwerer bleibt Die Röhre hat an ihrem Ende eine elfenbeinerne Schnecke oder Schraube, in die das kurze Ende vom Zeiger hineingeht, und durch dieselbe, wenn sie sich drehet, so befestigt wird, dafs mit dem langen Ende des Zeigers eine Schneckenlinie an der äussersten Wand des Instruments gemacht wird, welche Linie dann durch Zahlen in Theile abzutheilen ist. Die äufsere Wand, etwa ein Cylinder um der Röhre, kann von Glas oder auch von Holz sein.

Auch *Ferd. Lichtscheid* (*Nova accessio ad hygrometron ex chorda confici solitum* in den *Act. Erud. Lips. A.* 1688, *M. April.* p. 181 bis 184) beschreibt ein Hygrometer, bei dem seine Absicht dahin gieng, der Saite einige Revolution zu überlassen. Er macht nemlich einen viereckigten Kasten, der mit einem Deckel versehen ist, und setzt in die Mitte des Deckels eine viereckigte Röhre, an der oben eine Geigensaite, welche besser ist, wenn sie schon gebraucht ist, weil sie alsdann ihr meistes Fett verloren hat, befestigt ist. Unten in dem Kasten ist eine Scheibe, und zwar von Zinn. In der Mitte der Scheibe ist ein kleiner Cylinder, etwa 2 Zoll hoch und 1/2 Zoll dick, befestigt, der oben noch ein Scheibchen e hat, an welchem die Saite fest ist. Die zinnerne Scheibe a b c ist auf dem äufsersten Rande in 100 Theile abgetheilt, und ein Zeiger y dabei gestellt, der die Abwechselungen anzeigt, wenn die Scheibe durch die Saite umgetrieben wird. Hundert Grad kann man also hiedurch beobachten, ist aber die Saite weiter gegangen, so weifs man nicht mehr, was eigentlich vorgegangen ist. Es wird also ein Weiber- oder Pferdehaar um den kleinen Cylinder an der Scheibe gewunden, so, dafs, wenn das eine Ende sich auf das andere abwindet, von da jedes Ende über zwei bewegliche

Scheibchen, die oben im Deckel fest sind, gehen, ganz oben am Apparate aber über zwei andere Scheibchen laufen, und an den Enden kleine Gewichte haben. Daher kommt es, daſs die Scheibe blos durch die Luft bewegt wird, wenn sie sich drehet, und das eine Gewicht ab, das andere aber aufsteigt, weshalb beide auch im Gleichgewicht sein müssen. Hierauf wird die Röhre so abgetheilt, daſs, wenn die zinnerne Scheibe ein Mal herum ist, die Gewichte alle Mal auf eine Linie kommen, die mit einer gewissen Zahl bemerkt st, so, daſs hier zwei Revolutionen sind, da die eine Seite die Feuchtigkeit, die andere die Trockenheit andeutet; so, daſs, wenn das eine Gewicht ganz oben bei der Rollscheibe ist, die gröſste Trockenheit, wenn aber das andere bei seiner Rolle ist, die gröſste Nässe ist. Ein jedes solches Spatium wird durch die zinnerne Scheibe mit 100 Theilen vermehrt, so, daſs, wenn das Gewicht auf 4 steht, es 400 Grade sind, steht es auf 24, so sind es 424 u. s. f. Statt der einen Seitenwand des viereckigten Kastens wird ein Glas gesetzt.

Mit dem jetzt beschriebenen Lichtscheid'schen Hygrometer kommt das sehr überein, welches *Leupold* 30 Jahre vorher, ehe ihm jenes bekannt geworden, ersonnen hatte. Er hatte nemlich an Statt des kleinen Cylinders, daran die Fäden gewunden sind, einen von 2 Zoll im Durchmesser gemacht, damit er auf der zinnernen Tafel weite und viele Theile erhielte. Denn es ist in einem viereckigten 2 bis 3 Fuſs hohen Gehäuse in der Mitte vermittelst eines Wirtels eine Saite befestigt, unten aber ein Cylinder von 2 Zoll im Durchmesser. Um diesen ist, wie bei der vorigen Maschine, ein feiner Faden gelegt, so, daſs das eine Ende sich ab, und das andere sich aufwickelt, welche gleichfalls über 4 bewegliche Scheiben gehen, an deren Enden zwei metallene Vögelchen hangen, welche auf der Zintafel auf und absteigen, wenn die Saite sich drehet. Das ganze Instrument ist verdeckt, und nur die Vögel und die Abtheilung darunter sind zu sehen.

Ein Instrument dieser Art gehörig einzurichten, muſs man zuerst die Saite mit dem angehängten Cylinder eine Zeitlang probieren, und beobachten, wie oft sich dieser umgedreht habe. Alsdann nimmt man die Höhe, und berechnet, wie dick der Cylinder sein müsse. Wenn z. B. die ganze Höhe zur Theilung 2 Fuſs ist, die Saite aber von der gröſsten Feuchtigkeit bis zur gröſsten Trockenheit sich drei Mal umdreht, so kömmt auf ein Mal acht Zoll, und mithin muſs die Peripherie des Cylinders 8 Zoll sein.

Man hat auch noch Hygrometer von Darmsaiten, die durch Stahlfedern gespannt, und deren Modifikationen durch die Feuchtigkeit der Luft vermittelst Rollen bemerklich gemacht werden, angegeben. Zwei derselben findet man bei *Krünitz* (ökonomische Encyclopädie, Th. XXVII, p. 524) beschrieben und abgebildet.

Nachdem *Lambert* durch viele Beobachtungen, die er einige Jahre hindurch fortgesetzt hatte, gewiſs überzeugt war, wie lang man die Darmsaiten machen müsse, damit sie von der gröſsten Feuchtigkeit bis zu der gröſsten Trockenheit der Luft nur einen Umlauf machen, so fieng er im Jahre 1771 an, drei übereinstimmende Hygrometer von einer dünnen Saite, die 38/109 Linie im Durchmesser hatte, zu machen, und schickte eins davon an Herrn Prälat v. *Felbiger* in Sagan. Dieser hatte schon vom Professor *Titius* in Wittenberg ein Hygrometer erhalten, dessen Saite von dem feuchtesten bis zum trockensten Punkte 5 Umläufe machen sollte. Er stellte deshalb sogleich eine Vergleichung seines Gangs mit dem Gange dessen an, das ihm L. geschickt hatte.

Diese 2 Hygrometer stimmten auch wirklich überein. *Titius* Hygrometer hatte eine Spirallinie, deren 4 Umgänge in 360 Grad getheilt waren. Damit man sich aber in den Umgängen nicht irren möchte, hatte Titius an den beiden Enden einen Faden angebunden, der, wenn die Nadel sich vorwärts drehete, sich von der Saite abwickelte. Weil aber das Lambert'sche Hygrometer nur einen einzigen Umgang machte, so hatte es auch nur einen Cirkel, der in 360 Grade eingetheilt war. Bei dem einen sowohl, als dem andern bezeichnet das Zero der Eintheilung die gröſste Feuchtigkeit, der 180te Grad zeigt die mittlere Feuchtigkeit an, und die gröſste Trockenheit der Luft geht bis zu dem 360sten Grade. *Von Felbiger* und *Lambert* machten nun correspondirende Beobachtungen, der erste zu Sagan in Schlesien, der andere in Berlin drei Mal am Tage mit dem Hygrometer, woraus sich ergab, daſs die hygrometrischen Veränderungen in Berlin und Schlesien einander sehr ähnlich sind.

Titius giebt folgende Beschreibung seines Hygrometers: „Das Hygrometer, dessen ich mich nun schon viele Jahre bediene, besteht aus einer Darmsaite von einer Laute, etwas über eine Pariser Linie dick. Die Saite hat fast zwei Tage im Salmiakgeist gelegen, ist darauf wieder zusammen gedreht, an einem kleinen Gewichte gerade herunterhängend getrocknet, und davon ein 18 Pariser Zoll langes Stück zum Hygrometer gebraucht worden. Dieses Stück Darmsaite hängt von einem Arme herunter, der oben an einer kleinen Säule fest gemacht ist; und diese Säule steht am Rande eines viereckigten Bretchens aufgerichtet, über welchem das Papier mit der aufgezeichneten Skale liegt. Diese Vorrichtung macht eigentlich das Gestell des Hygrometers aus. Die Darmsaite hängt also an dem Arme der Säule so herunter, daſs sie ziemlich über das Mittel des Bretchens, folglich der Spirallinien, die die Skale ausmachen, trifft. Oben, wo sie vom Arme herabhängt, ist sie in einem Wirbel eingeklemmt, der vorn im Arme steckt, und vermittelst dessen man der Saite die erste Normaleinrichtung geben kann. Von dem Arme, da, wo der Wirbel eingelassen ist, hängt eine hölzerne einen Finger starke hohl ausgedrehete Röhre herunter, und in dieser geht die Darmsaite senkrecht und ganz frei herab, damit sie so durch die Röhre vor allem äusserlichen Staube geschützt werde. Unten an ihr ist ein bleiernes Gewichtchen, etwa 2 Unzen schwer, angebracht, welches sie immer straff hält, und in diesem steckt ein drähtener Weiser 4 1/2 Zoll lang, der vermitttelst seines Umdrehens zugleich das Drehen der Darmsaite anzeigt. An dem Weiser und der Röhre ist ein Faden, der die Umdrehung der Saite rechts oder links bemerkt; und der Weiser selbst geht über einem Papier, auf welchem 4 Umläufe der gemeinen oder archimedischen Spirale, 4 Par. Linien von einander abstehend, gezogen sind. Diese Umläufe, die man sich fast wie concentrische Kreise vorstellen kann, haben jeder 90 Grade, und nach dieser zählt man die Bewegung, die der Weiser nach einer oder der andern Seite macht, je nachdem sich die Darmsaite zudreht oder aufdreht. Wenn ich mein Hygrometer vor mir stehn habe, so sind alle Revolutionen, die der Weiser von der Linken zur Rechten macht, Aufdrehungen der Saite, und alle Umwälzungen von der Rechten zur Linken Zudrehungen derselben. Erstere Bewegung giebt daher die Deutung auf Feuchtigkeit, letztere auf Trockenheit der Luft. Damit ich aber diese rechts oder links geschehene Bewegung erkennen kann, so ist an den Weiser unten dicht neben dem Gewichtchen ein Faden angebunden, welcher mit dem andern Ende oben am Arme beim Wirbel fest

ist. Dieser Faden legt sich bei Umdrehung des Weisers um die Röhre, und ich kann vermittelst desselben nicht nur sehen, nach welcher Seite der Weiser, sondern auch, wie viel Mal er herumgegangen ist. Um aber doch von einem bestimmten Grade, im Zählen anzufangen, so pflege ich bei Verfertigung eines neuen Hygrometers das Instrument in ein Zimmer, nahe am Ofen zu stellen, wo die Wärme von 30 Gr. Reaum. ist, und da der Saite die Freiheit zu lassen, sich, so weit sie immer kann, zuzudrehen, bis endlich der Weiser still steht, und die Saite sich nicht weiter drehet. Alsdann stelle ich vermittelst des oben angebrachten Wirbels, in dem die Saite fest eingeklemmt ist, und aus dessen Spalte herabhängt, den Weiser auf 450 Grade oder auf den Ausgang des letzten Spiralkreises, und überlasse das Werkzeug alsdann der Einwirkung der Luft."

Titius führt auch an, dafs schon Prof. *Hanow* zu Danzig eine ähnliche Einrichtung zum Hygrometer gehabt habe, die von ihm in den nützlichen Danziger Erfahrungen v. J. 1739, St. 12, beschrieben sei; nur habe er die Grade auf seinen Kreisen anders eingetheilt gehabt. *Lambert* fand bei der Vergleichung seines Hygrometers mit dem Titius'schen, dafs 13 Grade am letztern 5 am erstern ausmachen.

Titius macht folgende Bemerkungen über die bis jetzt aufgeführten Hygrometer (Wittenb. Wochenblatt vom J. 1768, p. 22): „Ueberhaupt sind die Hygrometer unter allen meteorologischen Werkzeugen noch zur Zeit das unvollkommenste. Alle Anzeigen, die man von ihnen erwarten kann, gehen nur auf den mittlern Zustand der feuchten Luft. Denn im Grunde ist ihre Veränderung diese: Wenn die Luft feuchter wird, so dreht sich die Darmsaite von der Rechten zur Linken, und also dreht sie sich zu. Wird die Luft trockner, so dreht sich die Saite von der Linken zur Rechten, und folglich auf. Aber dies gilt nur von den mittlern Stufen der Feuchtigkeit. Ist die Luft recht sehr feucht, oder man bringt das Hygrometer in starke Dünste, so dreht sich die Darmsaite stets auf, an Statt dafs sie sich bei geringer Feuchtigkeit zudreht, und bei grofser Dürre dreht sie sich endlich immer zu, und wird kürzer, da sie sich doch bei mäfsiger Trockenheit aufzudrehen anfängt. Dies ist schon eine alte Erfahrung, die schon vom *Musschenbroek* (*Essai de Phys.* T. II, p. 699) angemerkt ist. Ich habe sie so sehr bestätigt befunden, dafs ich einst mein Hygrometer mit Fleifs in die dicksten Wasserdünste eines Zimmers stellte, und diese so stark häufte, bis die Saite über 5 Umdrehungen machte, und äufserst schlaff und welk zu werden anfing. In meiner Eintheilung nehme ich die Zahl 160 als eine mittlere für die Feuchtigkeit der Luft an; daher denn die niedrigen Zahlen eine zunehmende, und die höheren eine abnehmende Feuchtigkeit derselben in Graden und Decimaltheilen andeuten. Es wäre zu wünschen, dafs man über das Verhältnifs der absoluten Menge von Dünsten in einem gewissen Raume von Luft zu der absoluten Masse der Luft noch mehrere Versuche, selbst durch Hülfe einer dergleichen Darmsaiten, unter einer gläsernen Glocke anstellte, damit man zu bestimmten Begriffen von der eigentlichen Feuchtigkeit der Luft gelangen möchte. Allen Hygrometern fehlt unter verschiedenen andern Berichtigungen auch dieses, dafs sie niemals die absolute Feuchtigkeit der Luft, d. i. das absolute Verhältnifs anzeigen, welches eine Menge der in der Luft schwebenden Dünste zu einer bestimmten Luft hat. Dieses zu erfinden, sollte man folgenden Versuch machen: Man nehme eine Hygrometersaite gut mit Salmiak getränkt;

man trokne sie über einem Kohlfeuer oder einem Ofen, so stark, daſs man versichert ist, es enthalte dieselbe weiter keine Feuchtigkeit. Alsdann setze man das Hygrometer, woran sie angebracht ist, unter eine groſse Glocke, und verklebe den Rand, wo sie aufsteht, gut mit Siegelwachs. Man merke wie stark sich die Saite in gegebenen Graden vorwärts oder rückwärts dreht, so hat man die Feuchtigkeit der gegenwärtig unter der Glocke enthaltenen Luftmasse unbestimmt. Nun setze man ein weites Glas mit Wasser unter die Glocke, und verwahre sie wie zuvor, daſs keine äuſsere Luft hineindringe. Man merke abermals das Fortrücken des Hygrometerzeigers, und zugleich, wenn die Ausdünstung eine Weile währt, die Höhe, welche das Wasser im Glase durch das Ausdünsten gefallen ist, z. E. von 2 Linien: so kennt man die Quantität der in dieser Luft aufgestiegenen Dünste in Cubiklinien und Cubikzollen. Da sich nun die Quantität der Luft unter der Glocke gleichfalls in Cubikzollen angeben läſst, so ist alsdann unter beiden Massen eine genaue Vergleichung möglich. Ja man bringt hiedurch auch heraus, wie viel die Menge Dünste betragen hat, die vorher unter der Glocke schon in der Luft gewesen, ehe das Wasser ist darunter gesetzt worden. Setzet, der Zeiger hätte sich, ehe das Wasser heraus gekommen, 5 Grade gedrehet, und nach Ausdünstung einer bestimmten Menge Wasser wäre er noch 30 fortgerückt, so ist die Menge Dünste unter der Glocke 1/6 derjenigen gewesen, die hernach das Wasser in diese Luft ausgelassen hat. Weiſs man nun die Masse Luft unter der Glocke, so kann man das Hygrometer ferner ohne weitere Behandlung in der Luft gebrauchen, und alle Mal nach der unter der Glocke gefundenen Regel ins Mittel gerechnet angegeben, der wie vielste Theil von Dünsten zu einer Zeit sich in der Luft, in Vergleichung mit der ganzen Masse derselben aufhalte. Z. E. der 1/10, 1/8, 5/10 Theil u. s. w."

Im 16 St. des Wittenb. Wochenblatts v. J. 1773, p. 123 ff. erklärt sich Derselbe über Erfindung des festen Punkts der Trockenheit an dem Hygrometer näher, und macht zugleich seinen Vorschlag bekannt, an Statt der Darmsaiten Saiten aus dem feinsten Silberdrahte, der noch nicht platt geschlagen ist, zu verfertigen, als an welchen sich die Beobachtungen viel richtiger und mit mehrerer Uebereinstimmung ergeben würden.

Er sagt: „der feste Punkt der Feuchtigkeit würde vielleicht so gefunden, wenn man die Darmsaite in den Dunst des kochenden Wassers, der vermittelst einer Röhre von gegebener Weite aufgefangen wird, hinein hinge, worin sie sich von dem durchstreichenden Dampfe so lange aufwickelte, bis sie ferner unverändert stehen bliebe. Oder man könnte sie auch in den Dunst der sogenannten Aeolipila bringen. Genug, wenn nur eine bestimmte Menge Dünste die Darmsaite dergestalt angreift, daſs sie, nach Annehmung des höchsten Grads der Feuchtigkeit sich nicht weiter aufwickelt und verändert, und daſs dabei nur auf die Länge und Dicke, auch auf einerlei Art der Darmsaite gesehen werde. Indessen wird alle Vorsicht und die schärfste Bemühung zu Berichtigung dieses Instruments nicht den gewünschten Endzweck erreichen, so lange noch die Darmsaite als Hauptheil des Instruments beibehalten wird. So viel Darmsaiten, so viel veränderliche Geschicklichkeit in Annehmung der Feuchtigkeit. Es kommen hier in Betrachtung das Alter und die Beschaffenheit des Thieres, die Fettigkeit des Darmes, das Gedärme selbst, die Art, womit die Saite verfertigt wird. Ich bin nach langem Ueberlegen auf den Gedanken gerathen, man sollte an Statt der Darmsaite eine aus dem aller-

feinsten Silberdrahte, dessen sich die Gold- und Silberspinner zu ihren Arbeiten bedienen, gewundene Schnur erwählen, und diese an Statt der Saite im Hygrometer gebrauchen. Es versteht sich, daſs dieser feinste Silberdraht noch nicht müsse geplattet sein, und daſs man versuchen müsse, wie viel Fäden desselben diese metallische Schnur bekommen müsse, um bei gehöriger Dicke schickliche Wendungen zu machen. Denn ich stelle mir vor, die Feuchtigkeit werde auf dergleichen Schnur ganz ähnliche, wenn gleich viel geringere Wirkungen, als auf die Darmsaiten und Hanffäden machen. Wenigstens ist dies ein Vorschlag, den man weiter untersuchen, verändern und verbessern sollte. Der berühmte Herr *Brander* zu Augsburg hat, um den festen Punkt der Trockenheit zu finden, eine Art von Trocknungskasten erfunden, und bedient sich auch dazu des Weinsteinsalzes. Herr Prof. *Lambert* hat wahrgenommen, daſs die Gröſse und die Geschwindigkeit der Veränderungen bei den Darmsaiten in geraden Verhältniſs ihrer Länge und in umgekehrten Verhältniſs ihrer Dicke stehe."

Die Mitglieder der Akademie del Cimento nahmen ein konisches gläsernes Gefäſs, füllten es mit Schnee oder geschabten Eise, und setzten es so mit umgekehrter Spitze der freien Luft aus, die Feuchtigkeit der Luft schlug sich an der kalten Glasfläche nieder, und die Menge des davon abtröpfelnden Wassers zeigte den Grad der Feuchtigkeit an. (*Tentamin. experim. natur. captorum in acad. del Cimento ed. van Musschenbroek. Lugd. Batavor.* 1731, 4.)

Statt dieses konischen Gefäſses nimmt der Abt *Fontana* (*Saggio del real gabinetto di Firenze*, *p.* 19) eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewichte, erkältet sie auf einen bestimmten Grad, setzt sie so der freien Luft aus, und schlieſst alsdann aus der Vermehrung des Gewichts auf den Grad der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit.

Smeaton gab sich Mühe, das Hygrometer aus Hanfschnüren zu verbessern, und ihm feste Punkte zu geben. (*Mémoires de l'Académie de Prusse* 1769 *et* 1772; Hygrometrie aus dem Franz. übersetzt, Augsburg 1774, 8. Fortsetzung 1775. 8.) Er nimmt eine 35 Zoll lange und 1/20 bis 1/30 Zoll dicke Schnur, welche vorher in Salzwasser gesotten, gedehnt, und eine ganze Woche hindurch vermittelst eines Gewichts von 1 bis 2 Pfund gespannt werden; diese wird oben an einem Wirbel von einer Violine befestigt, und endigt sich unten an einem messingenen Drahte, der das Ende eines mit 1/2 Pfunde Gegengewicht beschwerten Zeigers dreht. Der Zeiger ist 12 Zoll lang, und weiset auf einen Gradbogen, der von 0 bis 100 getheilet ist. Es wird nemlich an einem trockenen Tage die gut ausgetrocknete Schnur an ein mäſsiges Feuer gestellt, und mit dem Wirbel so aufgewunden, daſs der Zeiger auf 0 stehet. Hierauf wird sie mit Wasser so lange besprengt, bis sie dadurch weiter nicht verkürzt wird, worauf man alsdann den Gradbogen so weit näher oder weiter abrückt, daſs der Zeiger in dieser Lage den Punkt 100 trift. Allein die Bestimmung der festen Punkte gab keine hinreichende Gewiſsheit.

Das erste Hygrometer, welches Herr *de Luc* verfertigte, war von Elfenbein; es war mit andern ähnlichen vergleichbar, und übertraf alle vorige bei Weitem. Gleich nach Verfertigung desselben gab er es dem Kapitain Phipps auf einer Reise nach dem Nordpole mit. (*Philosoph. Transact. Vol. LXIII. n.* 38. *Copie d'un Mémoire sur un hygromètre comparable*, *in Rozier Observat. sur la Physique*, *May* 1775, *p.* 381.) Es besteht dasselbe aus einem hohlen elfenbeinernen Cylinder, 2 Zoll 8 Linien lang,

lang, und inwendig 2 1/2 Lin. weit, welcher nur an dem einen Ende offen, und 3/16 Lin. dick ist, die oberen, 2 Zoll der Länge, sind etwas dicker, und mit einer 13 bis 14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Dieser Cylinder wird bei feuchter Witterung etwas geräumiger, das Quecksilber also, welches in ihm und der gläsernen Röhre enthalten ist, zeigt durchs Fallen Feuchtigkeit an, und durchs Steigen Trockenheit. Als den festen Punkt der vollkommenen Nässe nimmt er den an, bei dem das Quecksilber steht, wenn man den Cylinder in schmelzendes Eis setzt. Nun mifst er an einem Quecksilberthermometer die Entfernungen der beiden festen Punkte von einander, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Quecksilber. Aus diesem Gewichte, und dem von Quecksilber, welches zur Füllung des Cylinders nöthig ist, nebst der Gröfse des gemessenen Abstands, sucht er die vierte Proportionalzahl, welche der Fundamentalabstand des Hygrometers ist. Diesen Abstand theilet er in 40 gleiche Theile, und trägt solcher Grade, wenn es der Raum verstattet, noch mehrere auf; die Glasröhre bleibt oben offen, und wird blos mit einem elfenbeinernen Deckel bedeckt. Wird nun hiebei ein Thermometer gebraucht, welches ebenfalls in 40 Grade eingetheilt ist, so kann man beobachten, wie viel von der Aenderung am Stande des Hygrometers der Wärme, und wie viel der Feuchtigkeit zuzuschreiben ist. Es hat dieses Hygrometer nur einen festen Punkt, nemlich den der vollkommenen Nässe; den Punkt der Trockenheit glaubt *de Luc* nicht ohne Feuer bestimmen zu können, fürchtete aber, dafs dadurch eine grofse Veränderunng des Elfenbeins möchte veranlafst werden. Mit diesem Instrumente fand *de Luc*, dafs die Luft auf den Bergen stets trockener, als in der Tiefe sei. *De Luc* verwarf indessen dies Hygrometer in der Folge wieder; theils weil es sehr unbequem, theils aber auch, weil es noch sehr weit von der Vollkommenheit entfernt war.

Tobias Lowitz, der sich mit seinem Vater im J. 1772 in Astrachan aufhielt, fand daselbst am Ufer der Wolga dünne Schiefersteine, welche die Feuchtigkeit sehr stark anzogen, aber auch eben so leicht wieder abdünsten liefsen. Eine kleine solche Tafel machte er glühend, und fand ihr Gewicht 175 Gran, die nachher mit Wasser gesättigt 247 wog; mithin hatte sie von der vollkommenen Trockenheit bis zur Gränze der vollkommenen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere *Lowitz* brachte eine dünne runde Scheibe von diesem Schiefer an den einen Arm einer sehr empfindlichen Wage, welche an ein Brett befestigt war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdrath, deren Ende an einem Schieber fest safs, der sich in einem Falz an der Seite des Bretes höher und niedriger stellen liefs. Durch Versuche bestimmte er nun den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewicht war, und wenn sie 10 Gran Uebergewicht hatte, theilte er den Raum zwischen diesen beiden festen Punkten in 10 gleiche Theile ein, und trug dergleichen mehr fort, so viel nemlich nöthig waren. Hing man nun an den einen Arm dieser Wage den Schiefer, an den andern ein Gewicht, das dem Gewicht des ganz trocknen Schiefers gleich war, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Schiefers in Granen an, wenn man ihn mit dem Kettchen so stellte, dafs die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein Nonius am Schieber angebracht, zeigte auch noch Zehntel. *Lowitz* machte die Bemerkung, dafs bei einem anhaltenden Regenwetter dieses Hygrometer über 55 Gran, bei einer anhaltenden Hitze von 113 Gr. Fahr. nur

1 1/2 Gran Feuchtigkeit zeigte. Diesen Schiefer konnte er aber an keinem andern Orte finden.

De Saussure (Versuch über Hygrometrie, a. dem Franz. v. J. D. Tititus Leipzig 1784. 8.) wurde endlich durch seine mannigfaltigen Beobachtungen in den Stand gesetzt, eine Norm für die Messung absoluter Quantitäten der in der Luft schwebenden Feuchtigkeit zu legen. Die hygroskopische Substanz ist ein weiches, wo möglich blondes, aber nicht krauses Menschenhaar, welches wegen seiner Fettigkeit in einer Auflösung von 7 1/2 Scrupel Natrum in 30 Unzen Wasser 30 Minuten lang, alsdann noch 2 Mal einige Minuten hindurch in reinem Wasser gekocht, in kaltem Wasser abgespült, und an der Luft abgetrocknet werden muſs. Herr *de Saussure* fand, daſs ein solches Haar sich von dem Punkte der gröſsten Feuchtigkeit bis zum Punkte der gröſsten Trockenheit um 24 bis 25 Tausendtheile seiner ganzen Länge ausdehne. Dies Haar hatte er unten an einem festen Punkte angehängt, und sein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, welche einen Zeiger trug, der ihre Drehung auf einer Zieferscheibe anzeigte. Die Spannung des Haars geschieht durch ein Gewicht von 3 bis 4 Gran, welches an einem seidenen Faden in entgegengesetzter Richtung um eben diese Welle gewunden war. Diese Einrichtung des sogenannten Haarhygrometer fand er aber zur Fortbringung auf Reisen sehr unbequem, und erfand daher eine andere, welche als Reisehygrometer dienen sollte. Den gröſsten Punkt der Feuchtigkeit bestimmt er auf folgende Art: Er befeuchtet eine gläserne Glocke inwendig überall mit Wasser, hängt das Hygrometer darin auf, und setzt sie so über einen Teller mit Wasser. Verlängert sich alsdann das Haar nach 5 bis 6 Stunden immer noch, so ist es wegen zu groſser Empfindlichkeit ganz untauglich. Ueberhaupt muſs diese Untersuchung mit dem Haare mehrere Mal, in Zwischenzeiten von einigen Tagen wiederholt werden, und bei jeder muſs der Zeiger auf denselben Punkt zeigen. Den Punkt der gröſsten Trockenheit bestimmt er folgendermaſsen. Er trocknet die Luft unter einer gläsernen Glocke mit einem Bleche, welches bis zum Glühen erhitzt ist, worauf ein Pulver zu gleichen Theilen Salpeter und rohen Weinstein verpufft hat, und das daraus entstandene Laugensalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten ist, dieses Blech, das wie ein halber Cylinder geformt ist, wird so heiſs, als ohne Zersprengung der Glocke möglich ist, unter dieselbe gebracht, das Hygrometer hinein gehangen, und die Communikation mit der äuſsern Luft am untern Rande durch Quecksilber abgeschnitten. Hierauf läſst man alles sich abkühlen. Das Zeichen der vollkommensten Trockenheit ist, daſs sich das Haar durch die Wärme verlängert. Ein ganz völlig trockenes Haar wird, wenn die Wärme um einen Grad Aenderung erleidet, nur 9 Milliontheile seiner ganzen Länge ausgedehnt. Uebrigens wird die Theilung, die vom Punkte der gröſsten Trockenheit bis zum Punkte der gröſsten Feuchtigkeit geht, entweder in Grade des Kreises oder in 100 Theile des Raumes gemacht.

Das Haarhygrometer des Herrn *de Saussure* hat der Mechanikus *Riche* so abgeändert, daſs an Statt eines einzigen Haars 8 mit einander verbunden werden, welche ihre Kräfte nach oben zu in einem Punkte vereinen. (*Lettre de M. Sage à M. de la Metherie etc.*, im *Journal de Physique*, 1789. p. 58; übersetzt in Grens Journal der Physik, B. I, p. 150 u. f.) *De Luc* machte (Neue Ideen über die Meteorologie, Th. I, Cap. 3, p. 27) viele Einwürfe gegen die Bestimmung der festen Punkte,

und überhaupt gegen die Brauchbarkeit des Haars zum Hygrometer. Er glaubte die gröſste Feuchtigkeit müſste nothwendig durch völlige Einsenkung in Wasser bestimmt werden; und zur Austrocknung der Luft hält er den Gebrauch des Kalks für weit besser. Auch giebt er hier schon verschiedene Versuche über den Gang der Hygrometer und der seinigen neuen von Fischbeinstreifen.

Im Jahre 1783 gab die churpfälzische Akademie der Wissenschaften zu Mannheim eine Preisfrage auf, welche die Verfertigung übereinstimmender Hygrometer betraf. Diesen Preis erhielt *Chiminello*, Astronom zu Padua, der einen Federkiel, welcher mit Quecksilber angefüllt ist, zum Hygrometer vorschlägt, den Punkt der gröſsten Feuchtigkeit durch Einsenken in Wasser bestimmt, und den andern festen Punkt durch Aussetzung des Instruments an die Sonne bei einer mittlern Trockenheit der Atmosphäre und bei 25 Grad Wärme nach Reaum. zu erlangen glaubt. Er bringt auch noch in dem Anhange zu dieser Preisschrift einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Haarhygrometers des Herrn *de Saussure*, gegen die Bestimmung der festen Punkte und den Gang desselben vor. (*Opuscoli Scelti di Milano*, *T. IX*, *p.* 1.)

Der Pater *Jean Baptiste* zu Vincenza schlug zum hygroskopischen Körper einen Streifen von Goldschlägerblase vor, welche beinahe eben so wie das Haar bei *de Saussure* angebracht wird. Er verfährt übrigens gerade wie *de Saussure* den Punkt der Feuchtigkeit zu bestimmen; den andern festen Punkt aber sucht er durch Aussetzung des Werkzeugs an eine bis 50 Gr. nach Reaum. erhitzte Luft in einem verschlossenen Gefäſse. Er glaubt dadurch ein weit besseres und nicht so theures Hygrometer, als das des *de Saussure* zu erhalten.

De Saussure hat sich gegen diese seine Gegner und besonders gegen *de Luc* tapfer vertheidigt. (*Defense de l'hygrométre à cheveu*, in *Rozier's Journal de Physique*, 1789. *Janv. et Fevr.* 1788.) Er glaubt, daſs alle die Fehler, die man an den Haarhygrometern wahrgenommen habe, blos daher rührten, weil man dazu schlechte und verwerfliche Haare genommen habe. Das Fischbein, welches Herr *de Luc* zur hygroskopischen Substanz vorgeschlagen hat, ist nach ihm wegen der zwischen seinen Fasern enthaltenen schleimichten Materie verdächtig, und er schlieſst aus de Luc's eigenen Versuchen, daſs die Luft bereits schon mit Feuchtigkeit gesättigt ist, wenn das Fischbeinhygrometer erst 80 bis 81 Grade zeigt.

De Luc verwarf sein erstes Hygrometer von Elfenbein mit Quecksilber bald wieder, und fiel auf ein anderes, das aus einem dünnen Spane von Elfenbein bestand, der gehörig einen Zeiger drehete. Aber er fand nach vielen neuen wiederholten Versuchen, daſs das Elfenbein, so wie überhaupt alle Fäden, und das Menschenhaar bei weitem keinen regelmäſsigen Gang nehmen. Bei diesen Versuchen zeigten Streifen von Tannenholz, Federkiel, Fischbein u. a. senkrecht auf die Richtung der Längenfasern ausgeschnitten in ihrem Gange Regelmäſsigkeit, da Fäden von den nemlichen Materien nach der Länge der Fasern genommen, den Streifen bei gleicher Feuchtigkeit sehr voreilten, den Grad der gröſsten Feuchtigkeit viel zu früh erreichten, und bei zunehmender Feuchtigkeit des Mediums wieder zurück kamen, wie folgende Tabelle zeigt:

	Fischbein. Streifen.	Fischbein. Faden.	Fischbein. Streifen.	Fischbein. Faden.
Gröſste Trock.	0	0,0	55	88,8
	5	12,1	60	91,3
	10	30,1	65	93,6
	15	41,1	70	95,6
	20	51,1	75	97,6
	25	59,1	80	98,6
	30	85,6	85	99,6
	35	71,1	90	100,1
	40	76,5	95	100,5
	45	81,8	100	100 gr. Feucht.
	50	85,8		

Herr *de Luc* gab sich viele Mühe, die Ursache von der Unregelmäſsigkeit des Ganges der Fäden zu entwickeln, und daraus den Zurückgang der Fäden beim gröſsten Grade der Feuchtigkeit, welche schon lange vorher ihren Einfluſs äuſsert, zu erklären, wobei er den an ihm bekannten Scharfsinn in voller Gröſse zeigte. Uebrigens giebt er sehr viele Thatsachen an, welche zu beweisen scheinen, daſs sein Fischbeinhygrometer vor allen andern den Vorzug verdient.

Sein Fischbeinhygrometer besteht aus einem dünnen Streifen Fischbein, welcher nach der Queere der Fasern geschnitten ist. Dieser Streifen ist am obern Ende in eine Art von Zange aus breit geschlagenem und gekrümmten Drahte gefaſst, und vermittelst eines dünnen Messingdrahtes mit einem Silberblättchen verbunden, dessen Ende durch einen Stift in der Welle befestigt wird, welche den Zeiger auf der Scheibe drehet. Das untere Ende des Streifs ist an einen beweglichen Querriegel des Gestelles befestigt, der durch eine Schraube bewegt wird, um erst den Zeiger zu stellen. An der Welle ist ein spiralförmig gedreheter Goldfaden mit dem einen Ende verbunden, mit dem andern aber befestigt, der als Gleichgewicht dienet, und auf den Streifen als ein Gewicht von ohngefähr 12 Gran wirkt. Die Axe hat sehr kleine Zapfen, welche in eine Vertiefung des flachen Endes zweier Schrauben laufen. Sie ist aus 2 Theilen von verschiedenen Durchmessern zusammengesetzt: der Streif wirkt auf den gröſsern, und die Feder auf den kleinern Durchmesser. Auch bestimmt nun *de Luc* zwei feste Punkte, nemlich den der gröſsten Feuchtigkeit durch unmittelbares Eintauchen des ganzen Instruments in Wasser, und den der gröſsten Trockenheit in einem genau verschlossenen und mit frisch ausgeglühetem ungelöschten Kalke zum Theil angefüllten zinnernen Gefäſse. Die Entfernung beider Punkte von einander, die der Zeiger auf der Scheibe angiebt, theilt er in 100 gleiche Theile.

Die Abweichungen des Haarhygrometer von dem des Herrn *de Luc* zeigt folgende von Herrn *de Luc* angeführte Tafel. Man sieht zugleich daraus, daſs man sich sehr betrügen würde, wenn man aus gleichen Angaben beider Hygrometer auch auf gleiche Grade von Feuchtigkeit schlieſsen wollte. In der Trockenheit zeigt das Haar weit gröſsere Veränderungen, steht hingegen beinahe fast ganz still, wenn das Medium gegen den

Punkt der gröfsten Feuchtigkeit kömmt, und wird endlich noch ehe dieselbe erreicht ist, sogar rückgängig.

	Fischbeinstreif.	Haar.	Fischbeinstreif.	Haar.
Gröfste Trock.	0	0,0	55	88,4
	5	12,0	60	90,8
	10	29,9	65	92,8
	15	39,9	70	95,1
	20	50,8	75	97,1
	25	58,8	80	98,1
	30	65,3	85	99,1
	35	70,8	90	99,6
	40	76,1	95	100,0
	45	81,4	100	99,5
	50	85,4		

Der vielen Verdienste eines *Saussure* und *de Luc* um Hygrometrie ungeachtet, kann man doch nicht wohl läugnen, dafs die Stützen der letztern noch sehr schwankend, und die von den beiden verdienstvollen Naturforschern gezogenen Folgerungen nicht überall gültig sind. *Zylius* hat dieselben (Prüfung der neuern Theorie des Herrn de Luc vom Regen, und seiner daraus abgleitenden Einwürfe gegen die Auflösungstheorie, Berlin 1795, 8.) einer Untersuchung unterworfen, und sie bei weitem nicht allgemein richtig befunden. Man mufs hier aber merken, dafs nur das liquide Wasser feuchtmachend ist, nicht aber das feste oder Eis, und nicht das dampfförmige. Wenn z. B. das eine von zwei übereinstimmenden Hygrometern in einem stark geheizten Zimmer steht, dessen Luft mit dem elastischen Wasserdampfe vermischt ist, und seine hygroskopische Substanz die Temperatur des Zimmers hat, so kann es einen ziemlichen Grad von Trockenheit anzeigen, während das andere, dessen hygroskopische Substanz kalt ist, beim Hineinbringen ins Zimmer sogleich grofse Feuchtigkeit anzeigt, weil es den Wasserdampf sogleich zersetzt.

Um die Menge der Kohlensäure in der Luft zu bestimmen, hat Herr *v. Humboldt* einige Vorrichtungen angegeben.

Anfangs bediente er sich bei der Untersuchung der Grubenwetter eines kleinen Instruments, das aus einer Kugel von 1,5 Zoll Durchmesser, die sich in eine zwei bis drei Linien weite, etwa 8 Zoll lange Röhre endigte, bestand. Es stellt dasselbe ein ungefülltes Thermometer mit einer grofsen Kugel vor. Die Röhre wird in aliquote Theile des ganzen Volumens eingetheilt. Am schicklichsten fand H. das Verhältnifs des Inhalts der Kugel zu dem der Röhre = 5 : 1. Wenn 20 Theile auf die letztere getragen werden, so unterscheidet man noch genau den 10ten Theil eines jeden, also 0,005 des Volums. Um dieses einfache Instrument zu gebrauchen, füllt man es z. B. mit Kalkwasser, und schüttet davon an dem unterirdischen Orte, dessen Wetter man in Rücksicht auf ihren Kohlensäuregehalt untersuchen will, willkührlich z. B. bis an den 142sten der kleinsten Theilstriche (die ganze Röhre hat 200, die von der Mündung an gezählt werden) aus. Diese 142 Theile Luft lasse man nun, indem man das Instrument umdreht, und die

Mündung in eine kleine Schale mit Kalkwasser setzt, in die Kugel steigen. Hier stehen sie nun mit einer großen Oberfläche der absorbirenden Flüssigkeit in Berührung. Nach 12 bis 16 Stunden, wenn man die Absorbtion der Kohlensäure für vollendet hält, läßt man die verminderte Luft in die Röhre zurück steigen. Die Menge des Kalkwassers hat sich nun in dem Instrumente vermehrt, und die Oberfläche dieser Flüssigkeit wird z. B. bis zu dem 138sten Theilstriche weichen. Verändert die Correction nach dem Barometer und Thermometer diese Zahl auf 139, so beträgt die Menge der gefundenen Kohlensäure 142 — 139 oder 0,021. Um die Kugel zu sichern und das senkrechte Halten des Instruments (welches zum richtigen Messen unbedingt nothwendig ist,) zu erleichtern, wird die Kugel in einen metallenen Würfel eingekittet, auf dessen Grundfläche die Röhre genau senkrecht steht. Zum Ablesen der Theilstriche pflegt *v. Humboldt* die Grundfläche auf ein horizontal stehendes Brett zu setzen.

So vortheilhaft nun auch dieser Kohlensäuremesser wirklich ist, so that er doch dem genauen Erfinder nicht Genüge, sondern es brachte dieser im Herbst 1796 mit Hülfe eines gewissen *Gödeking* ein anderes Absorbtionsgefäfs (*Tube d'absorption*) zu Stande, das auf dem Grundsatz communicirender Röhren beruht, und welches noch mehrere Vorzüge mit einander verbindet. Es gewährt bei einem kleinen Volumen eine große Genauigkeit der Messung, eine Schnelligkeit der Absorbtion und (was für Reisende wichtig ist, es bedarf nur eine überaus kleine Quantität von Reagentien. Man kann es wie die gewöhnlichen Thermometer und Barometer an die Wand hängen, um der Absorbtion, welche das Fallen der Flüssigkeit vergrößert sichtbar macht, mit dem Auge zu folgen. Ja man kann es (wie es dem Erfinder eine lange Erfahrung bewiefs) so fest verschliefsen, dafs man die Luftzersetung bei Fufsreisen auf Gebirgen sicher in seiner Tasche vornimmt.

Die Fig. 1. Tafel XVII stellt dieses Instrument dar. Es besteht aus einer 3,5 bis 4 Linien weiten, etwa 12 Zoll langen sehr starken Glasröhre, die sich unten in eine Kugel von 1,2 bis 1,3 Zoll Durchmesser endigt. Die untern 3 Zoll der Röhre werden an der Lampe so umgebogen, dafs die Kugel nicht über 0,7 Zoll weit von dem Rohre absteht. Dieser geringe Abstand ist nöthig, um den Kohlensäuremesser in ein enges Glas mit Wasser tauchen zu können. Die übrigen Dimensionen sind gleichgültig. Es kommt nur darauf an, dafs die Röhre in dem obern Theile a b durch Kalibriren gleich weit gefunden, und nicht zu enge ist, um sich bequem zu füllen. Verengerungen und Erweiterungen in c d sind für den Gebrauch ganz gleichgültig, wenn zur Ersparung der Reagentien die ganze Capacität des Instruments nur nicht über 2 bis 2,5 Cubikzoll beträgt. Die Röhre a b c ist in der Mitte bei e dergestalt zerschnitten, dafs der obere Theil a e etwa 7 Zoll Länge behält. Beide Theile sind in Metall gefafst (gekittet) und können so fest auf einander geschoben werden, dafs Glas auf Glas pafst, und auch ohne dazwischen gelegtes Leder keine Flüssigkeit bei e ausdringt. Das obere Ende der Röhre ist in einen etwa 6 Linien hohen metallenen Cylinder gekittet, der von aussen bei 8 bis 9 sehr enge Schraubengänge hat, und an der Mündung kegelförmig ausgedreht ist. In diese Mündung nun pafst ein konisches Muschelventil 9, Fig. 2. von 1,2 Lin. Dicke. Ein zweiter Cylinder von Metall h, der bei 5 Linien Höhe oben durch eine Platte verschlossen, und inwendig als Schraubenmutter ausgehöhlt ist, pafst als Deckel auf die Röhre, und drückt, indem er aufgescho-

ben wird, auf das Muschelventil. Um diesen Druck zu vermehren, ist die Platte k l in der Mitte durchbohrt, und eine zweite Schraube m preſst das Ventil auf die Mündung der Röhre.

Der Gebrauch des Instruments ist sehr einfach. Soll es z. B. als Kohlensäuremesser benutzt werden, so füllt man das ganze Gefäſs mit flüssigem ätzenden Ammoniak. Um die Luft aus der Kugel auszutreiben, fasse man das Instrument mit 3 Fingern, so, daſs der Zeigefinger auf das Ventil aufdrückt. Die gebogene Röhre a c d muſs so gehalten werden, daſs sie in eine durch den Arm senkrecht gelegte Fläche fällt, und daſs die Kugel nach aussen gekehrt ist. Indem man nun die Hand herab beugt, und das Instrument schnell nach Innen gegen den Ellenbogen zu bewegt, so, daſs a senkrecht unter c zu stehen kommt, und nun e einen Halbkreis beschreibt, so sinkt die Flüssigkeit aus der Röhre a b e c in die Kugel herab, und verdrängt die Luft daraus, welche, indem man die Luft wieder aufwärts beugt, in die Röhre hinauf steigt Will man die Kohlensäure, die z. B. in der Abendluft ist, untersuchen, so gieſse man an einem freien Orte einige Tropfen Ammoniak aus der Röhre a b hinaus, so daſs die Flüssigkeit nur bis b steht. Ist der obere Theil der Röhre eingetheilt, so kann man sogleich die zu prüfenden Luftmengen ablesen. Ist sie es nicht, (und es ist letzterer Fall vorzuziehen, weil das Instrument sonst unnöthig kostbar wird) so fasse man mit dem Cirkel die Länge der Luftsäule a b, und trage sie auf einen Maasstab, an dem ein Zoll wenigstens in 50 Theile getheilt ist. Gesetzt, die Luftmenge betrage 206 Theile. Man schlieſse das Ventil durch die Schrauben, und lasse die 206 Theile mittelst des vorher angegebenen Handgriffes in die Kugel steigen. Hier befinden sie sich in einer vortheilhaften Lage zur Absorbtion. Wenig Luft ist mit vielem eine groſse Oberfläche darbietendem Ammoniak in Berührung. Die Säule a c macht selbst einen kleinen Druck der unter dem Ventil einen luftleeren Raum veranlaſst. Man findet eine kleine Schwierigkeit das Ventil aufzuheben, und indem man die äuſsere Luft hineindringen, und den Spiegel der Flüssigkeit um 0,01 bis 0,02 sinken sieht, ist man geneigt, einer anfangenden Absorbtion zuzuschreiben, was blos von dem hydrostatischen Drucke abhängt.

Indem nun die Absorbtion in der weiten Kugel so unmerklich ist, daſs kein Steigen beobachtet werden kann, so sinkt das Ammoniak in der engen Röhre sehr sichtbar. Glaubt man die Absorbtion vollendet, so fülle man die Röhre a b c wieder gänzlich, und schlieſse sie mit dem Ventile. Durch einen Handgriff, der dem vorbeschriebenen gerade entgegen gesetzt ist, durch ein Drehen des Instruments um e; indem die Kugel gegen den Körper des Physikers hingehalten wird, steigt nun die verminderte Luft aus der Kugel in die Röhre zurück. Wollte man hier unmittelbar ihre Länge mit dem Cirkel messen, so würde man sehr irren, da aus der Construction und Behandlung des Instruments leicht einzusehen ist, daſs die Luft nunmehr nicht dieselbe Elasticität haben kann, in der sie zuerst gemessen ward. Sie ist comprimirt, und ihre geringere Menge ist daher nicht der Absorbtion allein zuzuschreiben. Um diesen Irrthum zu vermeiden, ist die Schraube bei e angebracht. *Humboldt* taucht das ganze Instrument in ein Glas mit Wasser, so, daſs der Wasserspiegel über e reicht Indem nun die von Kohlensäure gereinigte Luft unter dem Ventile steht, schraubt er e auf, und hält den obern Theil der Röhre senkrecht so tief unter Wasser, daſs die äuſsere und innere Oberfläche der Flüssigkeit in einer

horizontalen Fläche liegen. Die eingeschlossene Luftmenge setzt sich nun in das Gleichgewicht mit der Atmosphäre, und wird in diesem Zustande gemessen. Bleiben von 206 Theilen nur 202,5 übrig, so war demnach die Menge der Kohlensäure genau 0,017. Diese Berechnung ist unter der Voraussetzung gemacht, daſs Temperatur und Elasticität der Atmosphäre während der Absorbtion keine Veränderung erlitten hat. Um auf diese beiden Verhältnisse Rücksicht nehmen zu können, ist das Instrument sehr bequem eingerichtet. Die Eröffnung der Schraube e giebt der geprüften Luftsäule sogleich die Elasticität der äuſsern Atmosphäre, und will man nicht zugleich auch die veränderte Temperatur in Rechnung bringen, so macht das Eintauchen des Instruments in Wasser diese Arbeit entbehrlich. Flüssigkeiten verändern ihre Temperatur zu einer Jahrszeit nur wenig, und selbst der bestimmte Wärmegrad von 10 Gr. Reaum. (wenn man gerade diesen wählen sollte) ist durch Mischungen leicht hervorzubringen. Neben dem aufgeschrobenen Kohlensäuremesser hat ein Thermometer noch immer auch in dem kleinsten Wasserglase Platz. Die Bestimmung der verschluckten Luftmengen und die Correction nach dem Barometer- und Thermometerstande ist die Arbeit weniger Minuten. Da die Genauigkeit der Mischung von dem Verhältniſs der Kapacität der Kugel zu der der Röhre abhängt, so würde es bei andern Dimensionen leicht sein, noch den 0,00001 Theil der zu prüfenden Luftmenge sichtbar zu machen. Indessen glaubt der Herr Erfinder, daſs die äuſserste Grenze der zuverläſsigsten Bestimmung doch bei Tausendtheilen fest zu setzen sei. Mehrere Versuche desselben mit einerlei Luft in verschiedenen Röhren sind nie über halbe Hundertheile von einander abgewichen. Die Ausdrücke 0,016 oder 0,009 darf man sich seiner Erinnerung zu Folge daher nur in so fern erlauben, als sie blos etwas mehr als anderthalb, oder weniger als 1/100 ausdrücken. Nicht 0,001, aber wohl 0,003 mehr oder minder glaubt er bei reinlicher und sorgfältiger Arbeit unterscheiden zu können.

Zur Bestimmung der Kohlensäure ist auf Gebürgsreisen nach Herrn v. *Humboldt* Kalkwasser dem Ammoniak weit vorzuziehen. Es absorbirt eben so schnell, ist leichter zu bereiten, und (was am wichtigsten ist) das bloſse Auge entscheidet über seine Güte. Aetzende Schwererde wirkt oft weniger, als Ammoniak und Kalkwasser.

Daſs der Kohlensäuremesser als allgemeines Absorbtionsgefäſs z. B. zur Abscheidung des Salpetergas vom Stickgas, durch die Auflösung des schwefelsauren Eisens u. s. w. gebraucht werden kann, ist von selbst einleuchtend.

Zwei oder auch vier von diesen Instrumenten lassen sich bequem in ein 10 Zoll langes 6 Zoll breites und kaum 1,8 Zoll hohes Futteral packen, das man auf Bergreisen nicht unbequemer, als ein Saussür'sches Hygrometer bei sich führen kann.

v. Humboldt bemerkt noch, daſs man statt der messingenen oder eisernen gefirniſsten Schraube bei e versuchen sollte, die obere Röhre in die untere etwas weiter einzuschleifen, indem man dadurch bei manchen Arbeiten an Reinlichkeit gewinnt. Wird nur eine geringere Genauigkeit der Messung gesucht, so kann man die Röhre a b c ganz unzerschnitten lassen. Man rechnet dann so viel Theile, als man von der absorbirenden Flüssigkeit zugieſst, indem die Luft beim ersten Eintreten in die Kugel ihre Elasticität verändert, von der gefundenen Absorbtion ab, und verwandelt dadurch die scheinbare Luftveränderung in die wahre. Ja man kann auch die Menge der zu prüfenden Luft erst dann bestimmen, wenn man sie nach dem Zugieſsen oder gänzlichen Füllen der Röhre sogleich

sogleich in dieselbe zurücksteigen läſst, und in diesem verdichteten Zustande miſst. Alsdann ist beim Messen nach der Absorbtion, wenn die Luft zum zweiten Male aus der Kugel in die Röhre tritt, jede Correction entbehrlich. Man hat diesem Instrumente den Namen Anthracometer gegeben, der, wie auch *Humboldt* bemerkt, nicht sprachrichtig ist, indem dasselbe nicht ein Kohlen, sondern ein Kohlensäure-Messer ist, also, wenn man denn durchaus die Namen der Gemäſse aus dem Griechischen herleiten will, Oxyanthracometer heiſsen sollte; indessen ist obiger Namen schon recipirt.

Reines Wasserstoffgas, so wie gekohltes und geschwefeltes hat man durch analysirende Untersuchungen bis jetzt noch nicht als beständigen Begleiter der Atmosphäre gefunden. Lampadius sagt darüber (a. a. O. p. 24.) Folgendes: Viele Erscheinungen lassen das Aufsteigen dieser Luftarten, so wie ihre Anhäufung in Gegenden der Atmosphäre, die wir nie erreichen werden, keineswegs bezweifeln. Sie steigen in Solfataren, in Höhlen, in Gruben, so wie bei Vulkanen und Erdbränden in Menge auf. In Verwesung gehende organische Körper strömen sie in die Atmosphäre aus. Hie und da enwickeln sie sich aus Meeren, wo sie eine Art von Sieden erregen. In den höhern Regionen bilden sie alsdann, wenn sie durch elektrische Materie entzündet werden, höchst wahrscheinlich manche feurige Materie. Gephosphortes Wassserstoffgas kann sich nicht in der Luft aufhalten, sondern wird bei seiner ersten Entwickelung verbrannt.

Ob wir eine eigene magnetische Materie in der Atmosphäre annehmen sollen, ist immer noch die Frage. Prevost nimmt bestimmt die Ursache der magnetischen Erscheinungen als in der Atmosphäre befindlich an. Sie wird nach ihm durch zwei gemischte Flüssigkeiten, die erst bei der Zerlegung durch des Magnetismus fähige Metalle wirksam werden, hervorgebracht. Bei manchen Meteoren sieht man wirklich die Magnetnadel in lebhafter Bewegung; wir bemerken in der täglichen Veränderung der atmosphärischen Elektricität ziemlich gleiches Vor- und Zurückgehen derselben. Früh Morgens ist die Abweichung am geringsten, Nachmittags von 2 bis 4 Uhr am stärksten westlich, alsdann geht sie wieder östlich zurück. Cassini will die Variationen der Nadel im Keller schwächer, als in der freien Luft gefunden haben. Aus diesen und denen gleichen Erscheinungen zogen einige den Schluſs, es gebe eine eigene magnetische Materie, die am Südpole aus, durch die Atmosphäre hinströme, und am Nordpole wieder eindringe. Einige in neuern Zeiten aufgestiegene Luftfahrer, deren Fähigkeiten zu physischen Untersuchungen jedoch nicht ausser Zweifel sind, wollen in höhern Regionen den Magnet fast nnwirksam gefunden haben. Nach des scharfsinnigen Chladni's Meinung enthalten Sonne und Mond selbst Magnete, welche die Magnetnadel in die oscillirende Bewegung bringen.

Bis jetzt ist man auch noch nicht ganz darüber einig, ob das, was die Erscheinungen des Galvanismus bewirkt, in der Atmosphäre wirksam sei, und ob es ein eigenes Galvanisches Fluidum in derselben gebe, welches an den Erscheinungen in derselben auch seinen Antheil habe. Lampadius sagt: (a. a. O. p. 27) Marichaux habe ihm erzählt, daſs die Stärke der Elektricitätsentwickelung an der Galvanischen Säule Perioden habe, die sich sowohl nach dem Stande der Sonne als nach der Tagszeit und der Art der Witterung richte. Prof. Treviranus

stellt die Hypothese auf: ob nicht zwischen der Erde und dem Monde ein beständiger Galvanischer Prozefs Statt finde, der durch den Einflufs der Sonne modificirt werde, und ob ersterer den Grund aller meteorologischen Veränderungen enthalten solle. Er findet die Hauptbedingung zu Galvanischen Phänomenen, 2 Körper von zerschiedenen Graden der Oxydation, bei der Erde und dem Monde. Er wirft aber freilich diese Meinung nur als einen Anlafs zum weitern Nachforschen hin.

Wir glauben, dafs das den Galvanismus Weckende dasselbe ist, was Elektricitätsäufserungen hervorbringt, dafs es demnach beständig in der Atmosphäre anzutreffen ist.

Lampadius meint, man müsse wohl entdecken können, ob ausser dem eigentlichen elektrischen Fluidum noch ein modificirtes, das Galvanische in der Luft vorkomme, wenn man zwei elektrische Leiter in der Atmosphäre isolirt aufstellte, und ihre beiden untern Enden wie bei der Galvanischen Säule, einander näherte.

Ueber die Reinheit der Atmosphäre.

Eine reine, gesunde, Luft könnte man die nennen, in der das richtige Verhältnifs von Lebensluft, Stickluft, Kohlensäure, Wasserdampf, Wärme, Licht und Elektricität zu finden ist, die ferner sich in einem mittlern Zustande der Condensation befindet, und welche frei von allen zufälligen Ausdünstungen luft- und dampfförmiger Art ist. Gewisse dieser nothwendigen Stoffe, als die elektrische Materie, kann man nur im Freien haben; man sieht daher, wie verschiedenen Einflufs der lange Aufenthalt in engen Räumen von dem in der freien Natur haben mufs. Den durch die Verunreinigung der Atmosphäre bewirklichen schädlichen Einflüssen zu entgegnen, hat man verschiedene Mittel angewandt:

1) *Das Räuchern mit verschiedenen Substanzen. Die meisten der im gemeinen Leben angewandten Rauchmittel dienen mehr dazu, die Luft zu verderben, als zu verbessern, indem sie durch die Verbrennungsprozesse Lebensluft absorbiren, und Stickgas und Kohlensäure überwiegend machen. Dahin gehören ganz besonders die sogenannten Räucherkerzen, welche aus Kohlen und verschiedenen Harzen zusammen gebackene Pasten sind, das Verbrennen des Schiefspulvers in eingeschlossener Luft, das Verbrennen des Bernsteins und verschiedener Vegetabilien auf Kohlfeuer u. s. w. Die Afrikaner verbrennen Senegalgummi, um durch die Dämpfe die feuchte Luft zu trocknen. Räuchern mit Essig ist seit den ältesten Zeiten, mit sehr gutem Erfolg in vielen Fällen angewandt; nur mufs man denselben nicht von glühenden Kohlen, sondern von einem mäfsig heissen Metalle verdampfen lassen. Neuerlich hat sich das von* Guyton *empfohlene Räuchern mit Mineralsäure durch den glücklichsten Erfolg als bewährt bewiesen.* Dr. Mitchel *hat das Ammoniak für Spitäler empfohlen.*

2) *Das Herbeiführen frischen Luft in eingeschlossene Räume, in welchen die Luft verdorben ist. In einigen Fällen entwickelt man künstlich Lebensluft, und führt sie in die Räume.*

3) *Die* **Ausstellung** *absorbirender Dinge würde in vielen Fällen von groſsem Nutzen sein; so ziehen z. B. Kalk und Kalien Wasser und Kohlensäure an, wenn sie in groſsen Flächen der Luft ausgesetzt werden.*

4) *Bei zu groſser Trockenheit wirken Dampfbäder vortrefflich; man könnte zu solcher Zeit die Zimmer öfters anfeuchten.* (*Bei* ***Lampadius*** *a. a. O. p.* 33.)

Nach *de Luc* soll die Luft nichts als luftförmiges Wasser sein. (Neue Ideen über Meteorologie, Th. II.) Schon *Paracelsus* hatte die Idee, die Luft bestehe aus Wasser und Feuer. (*Manget. Bibliotheca chem. curios.* B. II. p. 425.) Auch *Girtanner* behauptet, die Atmosphäre bestehe nicht aus Sauerstoff und Salpeterstoff, sondern aus Sauerstoff und Wasserstoff, und sei nichts als Wasser in Gasform. (*Annales de Chim. T. XXXIV, p.* 1 *sqq.;* Trommsdorfs Journal der Pharmacie, B. VIII, p. 165.)

Tissier sagt: (in s. *Essai sur la Theorie des trois èlemens comparée aux élemens de la Chimie pneumatique, à Lyon an. XII,*) die atmosphärische Luft sei nicht aus Sauerstoffgas und Stickgas zusammengesetzt, sondern bestehe aus Sonnenphosphor (Elementarsäure und Phlogiston) und Wasserdampf, deren Verhältniſs sich nicht bestimmen lasse.

Saussure und Andere fanden die Luft auf den höchsten Bergen minder rein und stärker elektrisch, als auf den Ebenen. (Kirwan's phys. chem. Schriften, d. von Crell übersetzt, B. IV, p. 67.) So beobachtete *Saussure* mit dem Eudiometer, daſs die Luft auf dem Gipfel des St. Bernhard, des Buet u. s. w. nicht so rein war, als in Chamouni und andern Alpenthälern. Aus allen seinen Versuchen glaubt er schlieſsen zu können, daſs die Luft in den niedrigsten Plainen am wenigsten gesund, etwas gesunder auf sehr hohen Bergen, und am reinsten und unverdorbensten in den Thälern sei, welche 200 bis 300 Toisen über der Meeresfläche erhaben liegen. (*Voyages dans les Alpes*, T. II, p. 517.)

Ueber die Gestalt der Erdatmosphäre führt *Fischer* (phys. Wörterb. B. III, p. 367.) Folgendes an: „Was die Gestalt der Erdamosphäre betrift, so muſs sie ein Sphäroid sein, welches unter dem Aequator sehr erhaben ist, 1) wegen der ununterbrochenen Schwungkraft, und 2) weil die Sonnenstrahlen an diesem Orte eine gröſsere Verdünnung verursachen. Ausserdem aber entstehen in verschiedenen Höhen der Luft über der Erdfläche manche lokale und periodische Veränderungen. Besonders wirkt der Mond auf die Atmosphäre eben so, wie auf das Wasser, und bringt in derselben eine Art von Ebbe und Fluth hervor. Dasselbe ohngefähr bemerkt *Lampadius.* (Grundriſs der Atmosphär. p. 6.)

Kratzenstein sagt: (Vorlesungen über Experimentalphysik, p. 103) „Aus einem besondern Versuche hat man gefunden, daſs die gröbern Lufttheile aus Bläschen bestehen, deren Durchmesser ohngefähr 1/33 einer Haardicke ausmacht, und deren ausdehnende Kraft von der innern durch die Wärme zitternden Himmelsluft herrührt."

De la Metherie glaubt, die Erdatmosphäre müsse nach der Bildung der ursprünglichen Erdlagen weit beträchtlicher gewesen sein, als jetzt; denn seit diesem Zeitraume habe sich eine groſse Menge der verschiedenen Luftarten, aus denen sie bestehe davon abgeschieden, und diese Lüfte haben sich verdichtet, und so die neuern Lagen der Erde gebildet. (Theorie der Erde, Th. I, Leipzig 1797, a. d. Franz. p. 173.)

Dafs die atmosphärische Luft in ihrer Masse öfters lokale Veränderungen erleide, zeigen uns die Barometerveränderungen. Hierunter versteht man das Steigen und Fallen des Quecksilbers im Barometer an ein und demselben Orte zu verschiedenen Zeiten. An verschiedenen Orten der Erde hat indessen das Steigen und Fallen seine Grenzen, über oder unter welche es entweder gar nicht, oder doch wenigstens nur in äufserst seltenen Fällen kommt, wo es alsdann aber ganz ungewöhnliche Ereignisse verkündet, als grofse Sturmwinde, Erdbeben u. s. w. Unter der Linie und nahe dabei sind die Barometerveränderungen am geringsten, indem sie kaum über 1/4 Linie betragen. Das Barometer fängt daselbst an etwa früh um 9 Uhr etwas zu fallen, steht gegen 3 Uhr Nachmittags, wo die gröfste Hitze ist, am Tiefsten, und steigt nachher den Abend und die Nacht über in einem fort, um am folgenden Tage eben die Bewegungen wieder anzufangen. Ueberhaupt ist die Veränderung des Barometers im ganzen heifsen Erdstriche nie gröfser, als etwa 2 Par. Linien. Das Merkwürdigste dabei ist noch, dafs die gröfsten Wetterveränderungen und die stärksten Winde, als die Tornados daselbst gar keinen merklichen Einflufs auf das Barometer haben. Je weiter man sich aber von der Linie zu beiden Seiten gegen die Pole entfernt, desto gröfser werden die Barometerveränderungen. So beträgt die Barometerveränderung in Frankreich an 3 Zoll.

Dr. *John Arbuthnot* sagt: (Abhandl. von der Wirkung der Luft auf und in die menschlichen Körper; aus dem Engl. im Hamb. Magaz. B. II, p. 268) die gröfste Veränderung in der Schwere der Atmosphäre betrage 1/10 ihres ganzen Gewichts. *Hube* bemerkt, (über die Ausdünstung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre, Leipzig 1790, Cap. 69 und 70; desselben vollständiger und fafslicher Unterricht in der Naturlehre, in Briefen, B. II, Leipzig 1793, Brief 37) vermöge der Erfahrung verändere sich selbst unter dem Polarkreise die Höhe des Barometers nie um mehr als 1/9.

Gewöhnlich erfolgt nach dem Fallen des Quecksilbers trübes Wetter, oder auch Regen oder Wind; nach dem Regen hingegen stilles und heiteres Wetter. Dies ist indessen nicht allgemein wahr, indem oft nach dem Steigen stürmische, und nach dem Fallen heitere Witterung eingetreten ist. Besonders häufig sind diese Ausnahmen von dem gewöhnlichen Erfolge nach den Barometerveränderungen in der Schweiz, wo sie der Verfasser an einem sehr guten de Luc'schen Heberbarometer zu beobachten Gelegenheit hatte. Bei einem schnellen Fallen oder Steigen aber läfst sich mit Gewifsheit schliefsen, dafs eine Wetterveränderung bevorstehe. Wäre es möglich, die Veränderungen, die nothwendig in der Atmosphäre bei den Barometerveränderungen vorgehn müssen, genau anzugeben, so müfsten wir auch die Gründe von dem veränderten Stande des Barometers mit Gewifsheit angeben können. Indessen sind die Operationen der Natur in der Atmosphäre uns noch gar zu versteckt, und man hatte sich bisher vergebens bemüht, die wirklichen Ursachen von dem veränderlichen Stande des Barometers anzuführen. Die verschiedenen Hypothesen, welche von den Naturforschern seit der Erfindung des Barometers zur Erklärung der Barometerveränderungen aufgestellt haben, hat *de Luc* (in s. Unters. über die Atmosphäre T. I, §. 112 u. f.) angegeben und geprüft. Wir wollen sie hier kürzlich anzeigen.

Pascal und *Torricelli* waren die ersten, welche die Veränderung der Höhe des von der Atmosphäre getragenen Quecksilbers wahrnahmen. *Pascal* glaubte zwar, dafs

die Barometerveränderungen von der Veränderung des Drucks der Atmosphäre herrühren; er setzt aber folgende aller Erfahrung widersprechende Regel als gewiſs fest, daſs das Quecksilber im Barometer allezeit steige, wenn das Wetter zugleich kalt und trübe ist, hingegen falle, wenn die Luft warm werde und die Dünste durch Regen oder Schnee fallen lasse. (*Traite de l'equi libre des liquers etc.* p. 153.) Viele von *Pascals* Zeitgenossen waren mit ihm dieser Meinung, jedoch mit einiger Einschränkung. *Beal*, *Wallis* (*Philosoph. Transact.* n. 9. n. 10) und *Garcin* (*Journal helvetique, an.* 1734 et 1735) glauben noch, daſs das Quecksilber nach dem Regen tiefer herab falle, als es vor demselben gestanden habe, und besonders meint *Garcin*, daſs es wirklich schon an einem dem Barometer benachbarten Orte regne, wenn das Quecksilber im Barometer sinke. Es schreiben also alle diese den veränderten Druck der Atmosphäre dem Aufsteigen unp Niederfallen der Dünste zu. Vergleicht man aber die Menge der in einer gewissen Zeit an einem Orte aufgestiegenen und niedergefallenen Dünste mit der Veränderung im Steigen und Fallen des Quecksilbers, so wird man sie als Ursache der Barometerveränderungen ganz unzureichend finden. Da nemlich das Queoksilber in einem Tage oft 6 Linien fällt, so müſsten, wenn ein Gleichgewicht Statt finden sollte, 6 × 14 Linien oder 7 Zoll Wasser in einem Tage herabfallen, welches aller Erfahrung zuwider ist, nach der eine Menge von Regen höchstens auf 1 Zoll steigen kann. Dr. *Garden* (*Philosoph. Transact.* n. 171) nahm an, daſs das Aufsteigen der Dünste mit dem Steigen des Barometers und das Herabfallen derselben mit dem Herabfallen des Barometers von dem vermehrten und verminderten Drucke der Luft herrühre. *De Luc* wendet aber dagegeu ein, daſs die Luft ihre Heiterkeit und Durchsichtigkeit verlieren müsse, wenn sich die schwere Luft mehr und mehr mit Dünsten anfülle. Auch sei hiedurch unerklärlich, wie nach seinen und des von *de la Condamine* ihm mitgetheilten Beobachtungen bei heiterer Luft das Quecksilber am höchsten stehe. Uebrigens bleibe immer noch die Frage übrig, was denn eigentlich die Ursache der Vermehrung und Verminderung der eigentlichen Schwere der Luft sei. Auch sah *Poleni* bei 1175 Regengüssen in 12 Jahren das Barometer nur 758 Mal sinken. (v. Humboldt's Versuche über die chem. Zerlegung des Luftkreises, p 172.) *Garden* war zwar der Meinung, daſs sich in der Luft noch eine feinere und mehr elastische Materie nebst noch andern flüssigen Materien fände, welche durch mannigfaltige Verbindungen mit der Luft eine gröſsere eigenthümliche Schwere, als die reine Luft bewirken können; indessen stützt sich diese Voraussetzung auf gar keine Beweisgründe. Auch schreibt noch *Garden* der Wärme als einer mitwirkenden Ursache die Barometerveränderungen zu, indem er behauptet, daſs die verschiedenen Grade derselben die Elasticität der Luft vermehren oder vermindern, und daſs die mehr elastische Luft weniger auf die Grundfläche drücke, weil sie eine geringere specifische Schwere habe. *De Luc* wendet dagegen ein, daſs die Wärme wenigstens eben so stark auf die Dünste wirke, als auf die Luft, daher zugleich ihre spec. Schwere vermindere, und folglich nichts zu ihrem Herabfallen beitragen könne. Ausserdem sehe man oft das Quecksilber im Sommer hoch und im Winter niedrig stehen, welches hinreichend beweise, daſs die groſsen Veränderungen des Barometers dieser Veränderung nicht können zugeschrieben werden. *Wallis*, der anfänglich behauptete, daſs das Quecksilber steige, wenn die Luft mit Dünsten erfüllt sei,

hingegen falle, wenn diese Dünste durch Regen herabfielen, mufste doch auch zugeben, dafs das Quecksilber auch ohne vorhergegangenen Regen falle, und dafs es oft bei heiterer Witterung am höchsten stehe. Das erstere suchte er aus der Wirkung eines Windes, der den senkrechten Druck der Luft vermindere, zu erklären, bei der zweiten aber glaubte er *Garden's* Meinung entgegen, dafs die Wärme die Elasticität der Luft vermehre, und diese dadurch stärker auf die Fläche drucken müsse, wodurch eben das Barometer steige. (*Philosoph. Transact.* B. I, p. 169, n. 10.) Indessen nahmen diese seine Meinung in einer neuen Abhandlung (*Philosoph. Transact.* B IV, p. 1116, n. 55) wieder zurück, behauptete aber doch noch, dafs bei gröfserer Wärme das Quecksilber im Barometer steigen müsse, schrieb aber dieses Steigen der Ausdehnung der im Quecksilber enthaltenen Luft zu, welche die Quecksilbersäule verlängere. In einer noch neuern Abhandlung nimmt er endlich gar an, dafs die Wärme gar keinen Einflufs auf den Druck der Luft habe, weil die Luftsäulen immer einerlei Menge von Materien enthielten, und jede elastischer gewordene Schicht blos die in ihr enthaltenen Dünste leichter trage. Seine Hypothese fand indessen wenig Beifall.

Lister (*Philosoph. Transact.* n. 165) glaubte, man müsse die Ursache der Barometerveränderungen im Quecksilber selbst suchen. Es ziehe sich nemlich das Quecksilber beim Fallen sehr stark zusammen, dadurch gehen aber mehrere Lufttheilchen aus dem Quecksilber in den obern Theil der Röhre, welches die Menge der Luft, folglich auch ihre Elasticität vermehre. Dadurch werde nun das Quecksilber, das sich selbst zusammen ziehe, auch noch durch eine äufsere Kraft niedergedrückt. Wenn hingegen das Quecksilber steige, welches sowohl bei der Kälte als Wärme geschehen könne, so käme es in seinen natürlichen Zustand, und wäre frei und ausgedehnt wie es sein sollte. Doch sieht man leicht, dafs diese Hypothese in keinem Falle mit der Erfahrung übereinstimmet.

Halley (*Philosoph. Transact.* n. 181) suchte die Barometerveränderungen vorzüglich aus den Winden herzuleiten. Dafs bei stillem und zum Regen geneigten Wetter das Barometer gemeiniglich tiefer stehe, erklärt er aus der gröfsern Leichtigkeit der Luft, welche die Dünste nicht mehr halten könne. Diese Leichtigkeit der Luft entstehe aber von zwei entgegengesetzten Winden an dem Orte der Beobachtung, wodurch die Luft verdünnt werde. Bei hellem und beständigem Wetter hingegen stehe gemeiniglich das Quecksilber deswegen hoch, weil alsdann an dem Orte der Beobachtung zwei entgegengesetzte Winde zusammen stofsen, welches die Stille verursache; aber dadurch werde auch die Luftsäule höher, und verdichte sich; sie müsse folglich auch die Dünste stärker halten, und das Quecksilber im Barometer höher treiben. Bei starken Winden stehe das Quecksilber aus dieser Ursache tiefer, weil die sehr stark fortströmende Luft durch die angränzenden stillen Luftsäulen nicht sogleich wieder ersetzt werden könnten, wodurch sie verdünnt werde; aufserdem komme auch noch durch die horizontale Bewegung des Windes eine Verminderung des senkrechten Drucks der Luft hinzu; auch könne es dabei nicht regnen, weil die Dünste zerstreut würden. Das Quecksilber stehe in England beim Ost- und Nordostwinde am höchsten, weil in dem grofsen atlantischen Meere unter der nördlichen Breite ein West- oder Südwestwind fast beständig wehe, wodurch die Ost- und Nordostwinde aufgehalten würden, und eine Anhäufung der Luft verursachten.

Bei stillem und kaltem Wetter stehe das Barometer gewöhnlich hoch; denn alsdann kämen die Winde gewöhnlich aus Nord oder Nordosten, und wenn es still wäre, so würden diese durch den Westwind im Weltmeere aufgehalten; überdies werde die Atmosphäre durch die Kälte verdichtet. Nach einem starken Winde, bei dem das Quecksilber tief gestanden, steige es sehr schnell, weil die weggetriebene Luft wieder ersetzt werde. Gegen Norden seien die Barometerveränderungen am stärksten, gegen Süden aber am schwächsten, weil im ersten Falle der Wind heftiger und veränderlicher als im zweiten wäre. Herr *de Luc* macht gegen diese Erklärungsart mehrere Erinnerungen; indem er meint, der Wind werde nicht allein die Luft, sondern selbst die Dünste mit fortführen, und das Zusammenstoſsen der Winde dürfte wohl schwerlich eine Windstille zuwege bringen; überdem könne der Wind selbst an den Orten, wo er wehe, die Luftmasse nicht vermindern, weil er eben wieder so viel Luft herbei führe, als er mit sich fort nehme. Ueberhaupt glaubt er, der Wind sei zur Erklärung der Barometerveränderungen allein nicht zureichend.

Gersten (*Christ. Ludov. Gersten Tentamina systematis novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërei demonstr. Francofurt* 1733, 8.) nimmt ebenfalls die Winde als Hauptursache der Barometerveränderungen an, seine Hypothese ist aber der Halley'schen gerade entgegengesetzt. Er glaubt, daſs durch das Zusammenstoſsen der Luft zitternde Schwingungen in den elastischen Theilen der Luft entstehen, wodurch die Atmosphäre ausgedehnt werde, und daher weniger auf die Oberfläche der Erde drücke, welches das Fallen des Barometers verursache. Dagegen wehe in unsern Gegenden mehrentheils ein beständiger Nordostwind, weil die Sonne eine Hauptbewegung von Osten gegen Süden bewirke, hiedurch übe die Luft auf die Erde den möglichst stärksten Druck aus, und halte daher das Barometer am höchsten.

De la Hire (*Mémoir. de Paris* 1705) suchte die Barometerveränderungen aus dem Uebergange der Luft von den südlichen zu den nördlichen Gegenden herzuleiten. Er ist der Meinung, daſs die Atmosphäre ein länglichtes Sphäroid sei, und daſs sie daher unter den Polen weit höher stehe, als unter dem Aequator. Daher erhöhe sich die Atmosphäre bei uns, wenn der Nordwind wehe, im Gegentheile aber vermindere sie sich beim Südwinde. Weil aber die Mittagswinde auch Regen brächten, so folge, daſs es regnen müsse, wenn die Luft leicht scheint, das Gegentheil aber erfolge, wenn sie schwer sei. De Luc wendet dagegen ein, daſs die Mittagswinde bei uns nur durchgiengen, und also die Höhe der Atmosphäre nicht vermindern könnten. Es könne dadurch nur eine Verminderung der Höhe der Atmosphäre unter dem Aequator Statt haben; aber daher müſsten auch daselbst gröſsere Barometerveränderungen erfolgen, als bei uns, welches doch der Erfahrung ganz entgegen wäre.

Mariotte (*Discours de la nature de l'Air* 1676) erklärt die Barometerveränderungen aus der Neigung der Winde gegen die Erdfläche. Er behauptet, daſs die Nordwinde von oben herab, die Mittagswinde nach der Tangente der Richtung der Erdfläche wehen. Jene verdichten daher die Luft an der Erdfläche, und verursachen das Steigen des Barometers; diese aber dehnen sie aus, und sind daher Ursache des Fallens.

Le Cat (*Nouveau Magasin françois. Decemb.* 1750) leitet ebenfalls die Barometerveränderungen von den Winden her. Er glaubt nemlich, daſs die verschiedenen

Winde, welche von den Weltgegenden nach dem Orte der Beobachtung wehen, der Atmosphäre auch verschiedene Temperaturen mittheilen, und folglich beständig eine gemischte Temperatur hervorbringen. Dadurch werde aber der ungleiche Stand des Quecksilbers verursacht. Nach dieser Hypothese müſste also das Quecksilber um desto mehr fallen, je wärmer die Luft werde; es müſste also im Winter beständig sehr hoch, und im Sommer sehr niedrig stehen, welches aber der Erfahrung durchaus entgegen ist.

Woodward (*Histor. natur. Telluris, London.* 1695. 8.) nimmt die völlig ungegründete Hypothese an, daſs die Erde eine hohle Kugel sei, die mit einer ungeheuren Menge Wasser angefüllt ist. Aus diesem groſsen Wasserbehälter erhebe sich unter der Gestalt der Dünste Wasser in die Atmosphäre. Da nun diese Dünste nicht anders aufsteigen könnten, als daſs sie durch einen Stoſs die Luft aus der Stelle treiben müſsten, wodurch der Druck der Luft vermindert werde, so folge, daſs das Quecksilber im Barometer falle. Wären aber die Dünste ein Mal in die Luft aufgestiegen, so verursachten nicht allein die Dünste durch ihre Schwere, sondern auch die nun aufhörende Wirkung des Wassers gegen ihre Lufttheile, daſs die Luft stärker gegen die Erde drücke, und dadurch das Steigen des Quecksilbers bewirke.

Leibnitz sucht aus folgendem durch Versuche von ihm gefundenen Satze die Barometerveränderungen zu erklären: Ein fremder Körper wiegt mit der flüſsigen Materie, in der er sich befindet, und macht mit ihr zusammen ein Gewicht aus, so lange er von derselben gehalten wird; geschieht aber dies nicht mehr, und der Körper fällt, so macht sein Gewicht nicht mehr einen Theil des Gewichts der flüſsigen Materie aus, sondern diese wiegt nun weniger. Hieraus zieht er nun die Folge, daſs die in der Luft schwebenden Wassertheilchen das Gewicht derselben, so lange sie von ihr getragen werden, vermehren; diese Vermehrung aber aufhört, so bald sie herab fallen. Daher entsteht im ersten Falle das Steigen, im andern das Fallen des Quecksilbers. Die aufgestiegenen Dünste sind aber viel zu gering, als daſs sie das oft so beträchtliche Steigen des Barometerquecksilbers veranlaſsen sollten.

Mairan vertheidigte (im *Recueil des dissertations qui ont rem porté le prix à l'Académie royal des belles lettres sciences et arts de Bordeaux*, *T. I*,) de la Hire's Erklärung über Barometerveränderungen, und seine Schrift erhielt von der Akademie zu Bordeaux den Preis, den sie auf die Untersuchung der Ursachen der Barometerveränderungen gesetzt hatte.

Hamberger (*Elementa physices, edit. III, Jenae* 1741, 8.) nahm eine Hypothese zur Erklärung der Barometerveränderungen an, die in der Hauptsache mit der Woodward'schen übereinstimmt. Er nimmt nemlich an, daſs die in die Atmosphäre durch Hülfe der Feuertheilchen aufgetriebenen Dünste, die ungleich schwerer, als die Luft wären, die Lufttheile durch ihren Stoſs im Drucke gegen die Erdfläche vermindere, und daher das Fallen des Quecksilbers zuwege bringe.

Däniel Bernoulli (*Hydrogn. Argentor.* 1748, 4. sect. X. §. 20) nimmt an, daſs sich in der Erde sehr viel groſse Höhlen befinden, woraus bei zunehmender Wärme Luft herausgehet, die sich mit der äuſsern verbindet, und daher ihren Druck auf das Barometer vermehrt. Das Fallen des Quecksilbers kömmt nach ihm von den entgegengesetzten Ursachen her.

Kratzen-

Kratzenstein (Abhandlungen vom Einflusse des Mondes in die Witterung u. s. w. Halle 1771, 8.) und *Toaldo* (*Saggio meteorologico Patová*, 1770, *gr.* 4.; *Novae tabulae barometri aestusque maris*, *Patova* 1743, 4.) haben dem Monde aufser andern Wirkungen auch einen Einflufs auf die Barometerveränderungen zugeschrieben. Vorzüglich hat *Toaldo* durch verschiedene Beobachtungen gefunden, dafs der Mond in der Erdnähe das Barometer zum Sinken gebracht habe. *Fischer* meint (phys. Wörterb. B. I. p. 294) es sei wohl nicht zu läugnen, dafs der Mond durch Attraction eine mitwirkende Ursach bei der Veränderung des Barometers sei, aber doch sei er gewifs nicht die einzige, weil sonst die Barometerveränderungen regelmäfsiger erfolgen müfsten, als es wirklich geschehe.

Saussure, der aller seiner Vorgänger Hypothesen (in d. Versuch über die Hygrometrie; aus dem Franz. übersetzt, Leipzig 1784, 8.) geprüft hat, wagt es nicht eine allgemeine Ursache der Barometerveränderungen zu bestimmen. Wärme und Winde scheinen ihm indessen die Hauptursachen dieser Veränderungen zu sein. Dafs sie unter dem Aequator fast gänzlich wegfallen, hat nach ihm seinen Grund blos darin, dafs die Temperatur daselbst viel einförmiger, und die Winde viel regelmäfsiger sind, als bei uns. Die Wärme soll überhaupt nur dann stark auf das Barometer wirken können, wenn sie blos auf eine einzige Luftsäule aus Lokalursachen geleitet wird, aufserdem verlängere aber die Wärme die Luftsäulen nur, die dabei gleich viel Masse behielten u. s. w.

Kirwan (*Transact. of the Irish Academy*, *T. II*, 1788; in Grens Journal der Physik, B. IV, p. 59 u. f.) hat mit hinreichenden Gründen gezeigt, dafs alle bisherigen Erklärungen über die Barometerveränderungen nicht zureichten. Nach ihm erfolgen die Barometerveränderungen aus der ungleichen Ausbreitung der Luft in den höhern Regionen, besonders gegen die Pole hin. Er nimmt nemlich an, dafs zwischen den Wendekreisen eine Menge brennbarer Luft beständig in die Höhe steige, welche sich gegen die Pole bewege, und daselbst durch Verbrennung unter der Gestalt der Nord- und Südlichter zersetzt wird. Diese Verbrennung der brennbaren Luft sieht er als die Hauptursache an, Veränderungen in Ansehung des Gleichgewichts in der Atmosphäre hervorzubringen. Nach dieser Hypothese erklärt er nun das Factum, dafs unter dem Aequator keine bemerklichen Barometerveränderungen Statt finden, so: es fliefse zwischen den Wendekreisen in den obern Regionen der Luft eben so viele brennbare Luft ab, als in den untern Gegenden nördliche und südliche Luft durch die Passatwinde zugeführt werde. Im Gegentheile wären aufserhalb den Wendekreisen, wegen den so verschiedenen Graden der Wärme und der Dichtigkeit der Luft die obern Luftströme ungleich schneller, und es müfsten häufige Unterbrechungen Statt finden, wodurch das Gewicht der Atmosphäre vermindert werde. Ferner werde bei uns im Sommer die atmosphärische Luft durch die Sonnenwärme sehr ausgedehnt, und setze daher dem obern Strome der brennbaren Luft einen starken Widerstand entgegen, wodurch die brennbare Luft mehr gegen die südliche Halbkugel getrieben werde, und eben daher rühre bei uns die geringere Barometerveränderung im Sommer. Dagegen sei im Winter der obere Strom der brennbaren Luft bei uns weit stärker, und bewirke daher, dafs zu dieser Jahrszeit die gröfsten Quecksilberhöhen gefunden werden. Wenn die nördliche Luft im nördlichen Europa in andere Gegenden hinströmt, und daselbst die Luftmasse dadurch oder auch durch häufige Nordlichter specifisch leichter werde, so falle das Barometer, und da des Gleichgewichts wegen die Luft vom Mittage hinwehen

müsse, so sehe man den Grund, warum beim Südwinde das Barometer falle. Im Gegentheile steige das Barometer beim Nord- und Ostwinde, weil alsdann die obere Luft in diesen Gegenden angehäuft werde. Falle das Barometer vor einem Sturme, so rühre beides der Sturm und das Fallen von einer gröſsern Verdünnung der Luft in der Gegend her, wohin der Wind wehet, und diese Verdünnung entstehe aus der Verminderung oder Zersetzung der obern Luft. Zur Zeit des Frühlings fange bei uns die obere brennbare Luft an gegen Süden zu ströhmen, im Herbst aber gegen Norden sich zu bewegen, woraus die Stürme um die Zeit der Nachtgleichen, und die häufigen Barometerveränderungen erfolgten. Weil nun aber der Zufluſs der brennbaren Luft gegen die nördliche Halbkugel in allen Jahren nicht gleich sei, so folge daraus auch, daſs die mittlere Barometerhöhe in verschiedenen Jahren auch verschieden gefunden werde. *Fischer* bemerkt (in s. phys. Wörterb. B. I, p. 295) gegen diese Meinung: Obgleich diese Hypothese von den Barometerveränderungen hinlängliche Rechenschaft giebt, so ist es doch sehr zweifelhaft, ob die heiſse Zone eine so erstaunende Menge brennbarer Luft in die Atmosphäre senden könne, und ob die Nordlichter aus einer Verbrennung der brennbaren Luft bestehen. *Kirwan* sucht zwar die Entstehung der brennbaren Luft zwischen den Wendekreisen dadurch begreiflich zu machen, daſs daselbst durch Fäulniſs thierischer und vegetabilischer Substanzen, durch Vulkane und viele andere Naturbegebenheiten eine groſse Menge brennbarer Luft erzeugt werde, welche wegen ihrer Feuchtigkeit in die oberste Region der Atmosphäre aufsteigen müsse.

De Luc (Untersuchungen über die Atmosphäre, Th. II, §. 665 u. f.) leitete vormals die Veränderungen des Barometers aus dem Satze her, daſs die Dünste viel leichter wären, als die gemeine Luft. Stiegen nemlich die Dünste in die Atmosphäre, so verdrängten sie aus den Stellen die sie einnehmen, die weit schwerere Luft; folglich würden die mit Dünsten beladenen Luftschichten alle Mal leichter, als die reine Luft, und das Barometer müsse fallen. Fielen aber die Dünste herab, so würde nun die schwerere Luft in diese Stellen, wo die Dünste waren, wieder zurück kehren, und das Barometer würde wieder steigen. Hieraus erklärt sich das Fallen des Quecksilbers vor dem Regen, und das Steigen nach dem Regen, oder, wie man zu sagen pflegt, bei der Rückkehr guter Witterung. Aber nach dieser Hypothese ist gar der Versuch nicht möglich, zu erklären, warum die Barometerveränderungen unter dem Aequator so unmerklich sind, da doch daselbst die Dünste weit stärker, als in andern Gegenden der Erde aufsteigen, und das Wetter gleichfalls abwechselnd ist. Indessen wurde nachher diese seine Hypothese von ihm selbst dadurch widerlegt, daſs er sich eine ganz andere Idee von der Entstehung der Dünste und der Verwandlung derselben in der Atmosphäre macht. (Neue Ideen über die Meteorol. 2 Theil, Berlin und Stettin 1787.) Er glaubt nemlich, daſs die aufgestiegenen Dünste in der Atmosphäre selbst durch einen uns noch unbekannten Naturprozeſs in wirkliche Luft verwandelt würden, die nachher wieder zersetzt und in Wasser umgeschaffen werde. Durch eine solche Vermehrung und Verminderung der Luft müſste also die Veränderung des Luftdrucks erklärt werden. Hiernach hat *Lampadius* (Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorie des Feuers, dessen Wirkungen und verschiedenen Verbindungen, Göttingen 1793, 8. p. 103 f.) aus verschiedenen bei den Barometerveränderungen vorkommenden Umständen zu beweisen gesucht, daſs die Zersetzung der Luft

eine Hauptursache mit sei, den veränderten Druck der Atmosphäre zu bewirken. Aber auch hieraus erklärt sich noch gar nicht, warum unter dem Aequator die Barometerveränderung so sehr geringe ist.

Zu allen diesen Hypothesen hat *Hube* (Ueber die Ausdünstung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre, Leipzig 1790, Cap. 69 und 70; desselben vollständiger und faſslicher Unterricht in der Naturlehre, in Briefen, B. II, Leipzig 1793, 37ter Brief) noch eine hinzu gethan, welche sich auf seine Ausdünstungstheorie gründet. Er nimmt an, daſs durch die mitgetheilte Elektricität die Luft, in der viele Wasserdünste der zweiten Art hängen, sehr ausgedehnt werde. Diese Ursache wirke aber zwischen den Windekreisen gar nicht, weil die Luft daselbst gar keine oder nur sehr wenig Dünste der zweiten Art enthalte. Im Gegentheile werde ihre Wirkung gegen die Pole zu nach und nach immer gröſser, weil die Erdfläche wegen der Kälte immer mehr auf die zweite Art verdunste, je weiter man sich von den Wendekreisen entfernt. Ueber dem mittelländischen Meere bleibe das Barometer den Sommer über nach *Volney* ganz unveränderlich, im Winter aber verändere es seine Höhe öfters und beträchtlich. Dieses beweise, daſs das Mittelmeer im Sommer nur auf die erste, im Winter aber auf die zweite Art verdunste. Diese Ursache sei zur Erklärung der Barometerveränderungen vollkommen hinreichend. Denn die Luft könne bei 12 Grad Reaum. wahrscheinlich mehr, als den dritten Theil ihres Gewichts an Wasser auf die zweite Art auflösen. Die Dünste erstrecken sich aber in der Atmosphäre auf eine ansehnliche Höhe, wo die Luft sehr kalt, und auch trockener sei, als unsere zu sein pflegt. Stelle man sich eine Luftschicht vor, die viel niedriger, als der Montblanc ist, welche nur eine Quecksilbersäule von 9 Zoll Höhe erhalten könne, und nehme an, daſs alle in der Atmosphäre zerstreuten Dünste blos in dieser vereint sein, so könne diese gewiſs zuweilen einen beträchtlichen Theil ihres Gewichts an Dünsten der zweiten Art enthalten. Nähme man anstatt des dritten Theils wegen Kälte der Luft nur den sechsten Theil ihres Gewichts an, so könne der mittlere Druck der Atmosphäre, der am Ufer des Meers etwa 28 Pariser Zoll beträgt, durch die Dünste etwa um 1/18 verändert werden. Weil selbst ganz tief in Norden mitten im Sommer oft die Hitze sehr ansehnlich ist, so gebe es auch daselbst Zeiten, wo die Atmosphäre meistens nur mit Dünsten der ersten Art angefüllt sei, besonders über dem festen Lande. Stehe folglich alsdann das Barometer auf seiner mittlern Höhe, so könne es sich nach und nach um 1/18 darüber heben, wenn entweder die Feuchtigkeit in der Folge beständig auf die zweite Art verdunste, oder wenn eine mit Dünsten der zweiten Art sehr angefüllte Luft durch Winde herbei geführt werde. Setze sich aber eine solche Luft, in der sehr viele Dünste der zweiten Art sind, zuletzt mit der übrigen Atmosphäre der Erde ins Gleichgewicht, so stehe das Barometer auf seiner mittlern Höhe, so könne eine starke Elektrisirung der Luft durch Mittheilung dasselbe um 1/18 erniedrigen, weil sie die Dünste der zweiten Art gleichsam in Dünste der ersten Art verwandele, und also die Luft um 1/18 leichter mache, ohne die Höhe der Atmosphäre merklich zu vermehren, weil die erhabene Luft gleichsam nach den Seiten abflieſse. Also könne die verschiedene Beschaffenheit der Dünste der zweiten Art, nachdem die Luft durch Mittheilung elektrisirt sei oder nicht, die Höhe des Barometers überhaupt um 1/9 ändern. Gröſser sei aber auch ihre Veränderung vermöge der Er-

fahrung selbst unter dem Polarkreise nicht, und diese rühren noch zum Theil von den Veränderungen der Wärme her.

Da die Elektrisirung der Atmosphäre, und die Vertheilung der Dünste auf eine ungleichförmige Art geschehe, so werden bald hie bald da Luftmassen plötzlich ausgedehnt und specifisch leichter. Diese erheben sich folglich, und es entstehen Winde oder Stürme auf eine ähnliche Art, wie die durch die Wärme. Diese Winde fangen allezeit in der obern Luft an, und das Barometer fange an zu fallen, sobald eine ansehnliche Menge Luft, welche anfangs auf dasselbe drückte, von oben abgeflossen sei. Nach und nach dringe die elektrische Materie tiefer, das Barometer falle an dem Orte der Elektrisirung immer mehr und mehr, und der Sturm fange auch in der untern Luft an. Zuweilen bleibe auch unten in einer Gegend die Luft fast ruhig, wenn sie von da nach zwei verschiedenen Richtungen abfliefse. Ein solcher Sturm gehe immer weiter, als die Elektrisirung; er stofse an der Seite die nicht elektrisirte Luft auf eine ansehnliche Weise mit grofser Gewalt fort, und verdichte sie; daher erhebe sich hier das Barometer. Zwischen einem solchen Orte der Verdichtung, und dem der Elektrisirung, wo das Barometer falle, müsse es also einen Ort geben, wo das Barometer weder steige noch falle. Fliefse nachher die verdichtete Luft wieder zurück, so müsse das Barometer da fallen, wo es vorher gestiegen war. Daher hebe sich bei uns oft, wenn die Luft über dem atlantischen Meere elektrisirt werde, das Barometer mit warmen Westwinden, und falle hernach mit kältern Ostwinden. Ferner verliere die Luft die ihr mitgetheilte Elektricität so allmälig und unregelmäfsig, als sie sie empfange. Einzelne Luftmassen ziehen sich alsdann bald hier bald da zusammen, weil die in ihnen noch vorhandenen Dünste der zweiten Art ihre vorige Gestalt wieder annehmen; diese Massen werden eigenthümlich schwerer, senken sich herab, und die Luft von der Seite trete an ihre Stelle. So entstehen wieder, besonders in der obern Atmosphäre Winde, die nach den Orten hingerichtet sein, wo diese durch den Verlust der Elektricität bewirkte Verwandlung der Dünste am stärksten sei. An diesen Orten häufe sich also die Luft zusammen, und das Barometer steige.

Ein starker Fall des Barometers setze gewöhnlich eine mitgetheilte Elektricität voraus, und diese habe gewöhnlich Winde und Niederschlagungen der Dünste, folglich Wolken, Regen und übles Wetter zur Folge. In diesem Falle gehe die Ausdehnung der Luft alle Mal vor der Niederschlagung der Dünste vorher, und das Barometer falle deshalb mehrentheils schon, ehe sich noch die geringste Veränderung der Witterung zeige. Wenn es nachher wieder steige, und das geschehe oft selbst während des Regens, so könne man vermuthen, dafs die Luft ihre mitgetheilte Elektricität verliere, also eine gröfsere Ziehkraft erhalte, und in Kurzem die Wolken auflöse, mit einem Worte, dafs das Wetter gut werden werde. Die Nord- und Nordostwinde heben das Barometer fast allezeit, weil sie uns eine über den kältesten Meeren mit vielen Dünsten der zweiten Art angeschwängerte schwere Luft zuführten. Oft erwärme sich diese Luft bei uns, und dann haben wir gewöhnlich gutes Wetter; oft aber sei sie sehr feucht, und erwärme sich bei uns so wenig, dafs das Wetter schlecht werde.

Diese eigenen Worte des Herrn *Hube* sollen nach ihm von den Barometerveränderüngen hinlängliche Rechenschaft geben. *Fischer* bemerkt hiebei, (phys. Wörterb.

B. I, p. 301) dafs, so sehr auch diese seine Hypothese mit der Erfahrung übereinzustimmen scheine, er doch erst Voraussetzungen hinein lege, aus denen er die ganze Erklärung herleite. Es käme demnach vorzüglich darauf an, ob auch diese Voraussetzungen in der Natur hinlänglich begründet sind. Herr *Fischer* frägt nun, welche Gründe Herrn *Hube* berechtigen, zweierlei Ausdünstungen anzunehmen, und warum nur die Ausdünstung von der zweiten, und nicht die von der ersten Art durch die Elektricität ausgedehnt werden können? Aufserdem beruhe seine ganze Hypothese auf dem Auflösungssysteme, dem wichtige Zweifel entgegen gesetzt werden können. (s. Luft und Wasser.)

L. Cotte (*Journal de Physique*, *T. I*, *an. 2*, *p. 231 u. f.*; Gren's neues Journ. der Physik, B. III, p. 415 f.) hat aus seinen 30 jährigen meteorologischen Beobachtungen sowohl, als auch aus den Beobachtungen verschiedener Societäten in Europa verschiedene Sätze, welche auf die Veränderungen des Barometers einen Bezug haben, mitgetheilt.

1) Die grofsen Veränderungen des Barometers sind gewöhnlich bei hellem Wetter mit Nordwind, und die kleinen Erhebungen bei trübem, regnichtem, oder windigem Wetter mit Südwind, oder einem angränzenden begleitet.

2) Der Stand des Quecksilbers ändert sich mehr in den Wintermonaten, als in den Sommermonaten, so, dafs sein gröfstes Steigen und sein tiefstes Fallen im Winter Statt findet, aber sein mittleres Steigen ist gröfser im Sommer, als im Winter.

3) Die Veränderung des Barometerstandes ist beinahe 0 am Aequator, und wird um desto gröfser, je weiter man sich von da gegen die Pole hin entfernt.

4) Sie beträgt mehr in den Thälern, als auf den Gebirgen.

5) Je mehr die Winde verändert sind, um desto mehr ist es auch der Stand des Quecksilbers.

6) Er ist niedriger um Mitternacht und Mittag, als zu andern Stunden des Tages; seine gröfste tägliche Höhe ist gegen Abend.

7) Zwischen 10 und 2 Uhr des Nachts und bei Tage ist das Steigen und Fallen des Quecksilbers geringer; das Gegentheil findet zwischen 6 und 10 Uhr des Morgens und Abends statt.

8) Zwischen 2 und 6 Uhr des Morgens und Abends steigt es eben so oft, als es fällt, doch so, dafs es öfters um diese Zeit in den Wintermonaten steigt, und öfter in den Sommermonaten fällt.

9) Die Oscillationen sind geringer im Sommer, gröfser im Winter, und sehr grofs um die Nachtgleiche.

10) Sie sind gröfser bei Tage, als bei der Nacht.

11) Je höher die Sonne über dem Horizonte steht, desto geringer sind die Oscillationen; sie nehmen zu, so wie sie sich dem westlichen Horizonte nähert, und sind sehr grofs, wenn sie gegen den östlichen Horizont kommt.

12) Sie sind von den Veränderungen der Wärme bis auf einen gewissen Punkt unabhängig.

13) Das Quecksilber pflegt vom Neumond zum Vollmond zu steigen, und vom Vollmond zum Neumond zu fallen.

14) Es steigt mehr im Apogäum, als im Perigäum, es pflegt zu steigen vom nördlichen Lunistitium zum südlichen, und zu fallen vom südlichen Lunistitium zum nördlichen.

15) Im Allgemeinen giebt die Vergleichung der Veränderung des Quecksilbers mit dem Mondspunkt nichts Beständiges; die Resultate von 13 und 14 sind die beständigsten.

16) In unsern Gegenden bleibt das Barometer binnen 24 Stunden nie ohne Veränderung.

17) Die Barometer westlicher Gegenden steigen oder fallen früher, als die mehr östlichen.

18) Wenn die Sonne durch den Meridian gehet, so pflegt das Quecksilber, wenn es im Fallen ist, fort zu fallen, und oft wird sein Fallen beschleunigt.

19) Wenn um eben diese Zeit das Quecksilber im Steigen ist, so fällt es, oder es bleibt stehen, oder es steigt auch langsamer.

20) Wenn endlich unter eben diesem Umstande das Quecksilber im Stillstande begriffen ist, so fällt es; wenn es wenigstens nicht vor oder nach dem Stillstehen im Steigen begriffen gewesen ist.

21) Die erwähnten Veränderungen finden gewöhnlich von 11 Uhr des Morgens bis 1 Uhr Nachmittags Statt; aber öfters Vormittags, als Nachmittags.

22) Vor den hohen Fluthen geht fast immer ein starkes Fallen des Quecksilbers vorher; es trift häufiger im Vollmonde, als im Neumonde ein.

Schon *Steiglehner* (*Atmosphaerae pressio varia observationibus baroscopicis propriis et alienis quaesita. Ingolstad*, 1783, 4.) hatte bemerkt, daſs das stärkste Fallen des Quecksilbers im Barometer an westlichen Orten früher, an östlichen später eintrete, und daſs der Unterschied der Zeit dem Unterschiede der Meridiane fast proportional sei. Auch *Planer* zu Erfurt fand aus genauen Beobachtungen, die er ein ganzes Jahr ununterbrochen fortgesetzt hatte, daſs gewöhnlich das Barometer zwischen 10 und 2 Uhr des Nachts im Steigen geringer, im Fallen gröſser sei, das Gegentheil aber zwischen 6 und 10 Uhr des Abends und Morgens Statt finde. *Chiminello* beobachtete täglich das Barometer 22 Mal, und fand auch, daſs es zu Mittage und Mitternacht im Fallen begriffen sei.

Hemmer bemerkte gleichfalls (*Historia et comment. acad. Theodoro Palatinae, Vol. VI, physic. Mannh.* 1790, 4. *p.* 50 *sqq.*; übersetzt in Gren's Journal der Physik, B. II, p. 218 u. f.) zu Mittage und Mitternacht ein Fallen des Quecksilbers, oder doch wenigstens eine Neigung dazu. Er stellte besonders mit allen im fünften Bande der Mannheimer meteorologischen Beobachtungen enthaltenen eine Vergleichung an, und fand von 446 Durchgängen der Sonne durch den Meridian bei Tag oder Nacht, daſs bei 439 Fällen diese Regel Statt fand, daſs das Quecksilber gegen Mittag und gegen Mitternacht, wenn es im Fallen war, stärker fiel, das im Steigen begriffene langsamer stieg, und das im Stillstand begriffene fiel. Er konnte die Ursachen dieser Veränderungen in nichts weiter finden, als im Stande der Sonne.

Lampadius führt an (Kurze Darstelluug der vorzüglichsten Theorien des Feuers, Göttingen 1793, p. 106) es sei durch Erfahrung bewiesen, daſs die Quecksilbersäule dann ihren höchsten Stand erreiche, wenn sich die Luft sehr langsam über trockne Distrikte zu uns bewege, und wo die Ausdünstung am schnellesten und einige oder mehrere Tage hinter einander vor sich gehen könne; der tiefste Stand des Barometers

trete bei grofsen Stürmen ein, und wo die Zersetzungen in der Atmosphäre entweder über oder unter unserm Horizont häufig geschehen.

Fischer bemerkt (a. a. O. p. 305) bei den unregelmäfsigen Veränderungen schei-nen alle Mal lokale Umstände im Spiele zu sein, nemlich Abwechselungen der Wärme und Kälte in verschiedenen Luftschichten, Abändernng der Elasticität der Atmosphäre, auch wohl Bildung der Luft aus Wasserdünsten, und ihre Zersetzung durch unbekannte Prozesse und die Winde.

Lampadius führt (Systematischer Grundrifs d. Atmosphärol. p. 197) Folgendes als die bestimmten Erfahruugen, welche uns bisherige Barometerbeobachtungen lehrten, an:

a) Je höher ein Ort liegt, um so tiefer fällt daselbst das Barometer, und umgekehrt.

b) Das Barometer steht an der Meeresfläche unter dem Aequator tiefer, als an der Meeresfläche an den Polen. (In *Kants* physisch. Geographie von Vollmer wird diese Differenz einen Zoll stark angegeben. Hierauf müfste man bei Höhenmessungen wohl Rücksicht nehmen.) Er bemerkt hiebei, die Ursache dieses niedern Standes finde man leicht in der gröfsern Verdünnung der Luft durch anhaltende gleichförmige Wärme; irrig haben einige diesen Barometerstand aus der Erhöhung, die durch den gröfsern Durchmesser des Aequators in Vergleichung mit jenem der Erdaxe erfolgt, erklären wollen; in eben dem Maafse, als dieser Durchmesser der Erdkugel gröfser sei, müsse es auch w e n i g s t e n s jener der Atmosphäre sein.

c) Die Barometerveränderungen sind am stärksten in den kalten Zonen, geringer in den gemäfsigten, und nahe am Aequator am geringsten: so, dafs das Barometer den Polen am nächsten sich ohngefähr so viele Zolle, als unter dem Aequator Linien bewegt.

d) Das Barometer verändert sich auch zwischen beiden Extremen seines Standes weniger unter dem Aequator, als näher den Polen zu. Beide Erfahrungen erklären sich eben daher, dafs die Luft unter dem Aequator stets durch eine gleichmäfsigere Temperatur gleichförmiger ausgedehnt ist, und dafs diese Wirkung der Wärme die andern Ursachen der Barometerveränderungen fast null macht. Indessen kommen bei gewaltsamen Meteo-ren doch auch in höhern Breiten starke Barometerfälle vor, als z. B. der von *Rochon*, in seiner Reise nach Maroko und Indien erwähnte Barometerfall von 25 Linien zu *Isle de France*.

e) Die Barometerveränderungen sind häufiger im Winter, als im Sommer, und am häufigsten zur Z e i t d e r N a c h t g l e i c h e n; ein neuer Beweifs, dafs die sich einiger-mafsen gleich bleibende Ausdehnung der Luft durch Wärme viel Einflufs auf den Baro-meterstand hat.

f) Sonne und Mond äufsern Einflufs auf das Barometer. Es ist eine Ebbe und Fluth in der Atmosphäre wie im Meerwasser. Die vom Monde hervorgebrachte ist nur unter sehr günstigen Umständen etwas wahrzunehmen. Ueber den Einflufs der Sonne bemerkt er nach *Hemmer*, *Steiglehner*, *Planer*, *Chiminello* u. *Cassan* Folgendes:

1) Bei weit erstreckten Barometerfällen zeigt sich das Fallen der Quecksilbersäulen eher in Westen, als in Osten.

2) Bei 446 beobachteten Durchgängen der Sonne durch den Meridian steigt unter 459 Malen das steigende Barometer langsamer, oder fiel das fallende schwächer, als in den Zeiten zwischen Mitternacht und Mittag.

3) Die Luftebbe und Fluth ist unter dem Aequator nach *Cassan* gröfser, als an den Polen. *Lampadius* selbst will öfters bemerkt haben, daſs bei Herannäherung des Mondes das Barometer etwas fiel und hernach wieder stieg, und das mehrere Tage hinter einander.

g) Die Barometerveränderungen stehen allerdings mit andern Luftveränderungen im Zusammenhange. Aber nicht immer kann das Fallen des Barometers Regen, und das Steigen desselben gutes Wetter verkünden; da es noch ausser den wäſsrigen Niederschlägen andere Ursachen der Barometerveränderungen giebt. Weit allgemeiner anwendbar ist der Satz, daſs das Fallen des Barometers Wärme, das Steigen Kälte bringt. Folgendes bemerkt er in Hinsicht auf die Beschaffenheit der Luft bei Barometerveränderungen zum Theil aus eigener Erfahrung

1) Zuweilen folgt auf das Steigen des Barometers heller Himmel, zuweilen tritt er gleich mit demselben ein. Ein anderes Mal findet keines von beiden Statt. Es bleibt Regenwetter, oder es stellt sich gleich beim höchsten Barometerstande ein. Wenn die Luft freier von Wasserdampf wird, wenn der Wasserdampf in Luft übergeht, wenn die Atmosphäre ruhiger wird, so steigt das Barometer, und es wird heiterer Himmel. Es kann sich aber durch zusammen getriebene Luftströme die Luft erhöhen, oder durch kältere Winde verdichten, und das Barometer wird ohne erfolgte Aufheiterung steigen.

2) Auf ein etwas beträchtliches Fallen des Barometers folgt fast immer Regen oder Wind, auf ein sehr starkes Sturm oder Gewitter. Die Luft wird fast immer während des Fallens wärmer. Die Zersetzung der Luft und des Wasserdampfs zu Wolken und Regen so wie die Zersetzung der Wolken zu Regen bringt einen leeren Raum hervor, welchen nachflieſsende Luft wieder ersetzen muſs. Erfolgt dieser Niederschlag unter unsern Horizont, so sehen wir das Barometer fallen, ohne daſs es bei uns schon regnet. Daher bleibt es zuweilen blos bei dem Winde. Ein anderes Mal kommt der Regenpunkt in unsern Horizont, und wieder ein anderes trifft es zu, daſs der Regen bei uns anfängt, daher auch das Barometer nicht zuvor fiel, sondern erst mit dem Regen zu fallen anfing. Wenn im Winter, welches selten der Fall ist, die Kälte während fallendem Barometer zunimmt, dann kann man sich auf eine starke Kälte vorbereiten, weil sie beim Wiedersteigen gewiſs noch mehr zunehmen wird. Sehr selten fällt das Barometer stark, ohne daſs viel Wind oder Regen erfolgt. In diesem Falle kann das Abflieſsen der Luft von dem Orte, wo das Barometer fällt, nach und nach geschehen, und die obern Luftschichten können sich allmählig senken. Wenn die Luft auf diese Art nach mehrern Seiten langsam abflieſst, so muſs dadurch ein Mittelpunkt des Ausfluſses eine ziemlich ruhige Luft entstehen.

3) Der Gang des Barometers richtet sich nach der Drehung der Winde.

4) Es giebt Zeiten, wo das geringste Fallen des Barometers Regen, und das mäſsigste Steigen hellen Himmel verkündet.

5) Es giebt Zeiten, wo das stärkste Fallen höchstens Wind und keinen Regen; auch das höchste Steigen keine heitere Witterung verkündet, wo ferner die Winde ihre regelmäſsige Drehung nicht befolgen. Ob in letzterem Falle mehrere ausserordentliche Störungen, (welches ihm wahrscheinlich ist) eintreten, und von welcher Beschaffenheit sie

sie sind, wagt er nicht entscheidend anzugeben. Erdbeben, Mondesnähe könnten das Ihre zu der Unordnung beitragen.

6) Wenn das Barometer langsam zum höhern Punkte steigt, so pflegt das helle Wetter dauerhaft, und umgekehrt beim langsamen Fallen das unruhige Wetter anhaltender zu sein.

Nach Herrn *Lampadius* läfst sich das vorzüglichste aller Hypothesen über die Ursache der Barometerveränderungen auf folgende Sätze reduciren:

1) Die elastischen wägbaren Flüssigkeiten in der Atmosphäre äufsern ein stetes Bestreben sich immer im Gleichgewicht der Höhe der Dichtigkeit und Elasticität zu halten. Dieses wird aber durch manche Ursachen gestört, und jene Stöhrung des Gleichgewichts zeigt das Barometer an.

2) Wirkliche Vermehrung der Luftsäule eines Orts durch Luft und Dampfbildung, welcher Art sie auch sei, Zunahme der Dichtigkeit durch Erkaltung der Luft des Ortes selbst, oder durch Ankunft kälterer Luftschichten von der Seite oder von oben, so wie Zunahme der Elasticität, z. B. durch Vermehrung des elektrischen Fluidums, mufs immer Steigen des Barometers nach sich ziehen.

3) Wirkliche Verminderung der Luftsäule eines Ortes durch Luft und Dampfzersetzung, welcher Art sie auch sei, Verdünnung durch Wärme an dem Orte selbst, oder durch gesenkte oder sonst herbeigeführte wärmere Luftschichten hervorgebracht, Verminderung der Elasticität durch Verminderung der elektrischen Materie, werden ein Fallen des Barometers bewirken.

4) Die Veränderung der in der Atmosphäre enthaltenen Substanzen durch Meteore mufs immer auf eine Art auf das Barometer wirken.

5) Von dem Wasserdampf bemerkt er noch, dafs, wenn wenig davon da ist, die Luft allerdings etwas schwerer sein kann; denn wenn zu der schon vorhandenen Luft noch Wasserdampf hinzu kommt, so wird das absolute Gewicht der Luftsäule über einen Ort vergröfsert, wenn auch das specifische Gewicht vermindert ist. Gegen die etwa zu machende Einwendung, dafs der leichtere Wasserdampf doch schwerere Luft aus der Stelle treibe, erwiedert er, dafs, ehe jenes völlig geschehen sei, das Barometer den Druck der vermehrten noch nicht ganz zur Seite getriebenen Luftsäule erhält. Ein tiefer Barometerstand wird erfolgen, wenn eine mit viel Wasserdampf vermengte Luft warm, und im Abflufs gegen eine andere Gegend hin begriffen ist.

Ueber die Totalhöhe der Atmosphäre ist man von jeher uneinig gewesen. Könnte man voraussetzen, dafs die Luft durchaus einerlei Dichtigkeit hätte, so würde man die Höhe der Atmosphäre leicht bestimmen können; sie würde nemlich gefunden, wenn man die Barometerhöhe mit der Zahl multiplicirte, die anzeigt, wie viel Mal das Quecksilber schwerer, als die Luft ist. Nach *de Luc* (s. die die barometrischen Höhenmessungen abhandelnde vorhergehende Note) hätte also die Atmosphäre eine Höhe von 4342 Toisen. Da aber die Dichtigkeit in höhern Gegenden abnimmt, so mufs die Höhe der Atmosphäre weit gröfser sein. Man nimmt gewöhnlich an, dafs sich die Luft nur bis auf einen gewissen Grad verdünnen lasse, bei dem sie weiter keine Elasticität äufsere, und sich daher im natürlichen Zustande befinde. So nimmt *Mariotte* (im *Essai sur la nature de l'air*, *Paris* 1676, 8.) selbst an, die Luft könne nicht über 4096 Mal dünner,

als die an der Erdfläche werden, und bestimmt daraus nach einer Berechnung die Höhe der Atmosphäre auf 15 franz. Meilen, jede zu 2000 Toisen.

Nach *de Luc's* Vorschläge soll man die Grenze der Atmosphäre dahin setzen, wo die Luft eine Quecksilbersäule von einer geringen Höhe, z. B. einer Linie zu tragen vermögend wäre. Setzt man die untere Barometerhöhe = 16 3/4 Grad Reaum., so soll nach ihm in dieser Stelle die ganze Höhe der Atmosphäre = 25105,45 Toisen sein. An dieser Stelle wäre die Luft 324 Mal dünner, als an der Erdfläche. Aber man ist im Stande sie durch Hülfe einer guten Luftpumpe noch stärker zu verdünnen. Könnte die atmosphärische Luft nur noch eine Quecksilbersäule von 1/2 Linie Höhe tragen, da sie alsdann 648 Mal dünner, als an der Erdfläche wäre, so hätte man noch 3010 Toisen oder 1 1/2 franz. Meilen höher zu steigen u. s. w. Zuletzt giebt Herr *de Luc* die Höhe der Atmosphäre selbst auf 17 1/2 franz. Meilen an.

Hube (Vollständ. und faſsl. Unterricht in der Naturl. B. I, Leipzig 1793, 38 Brief, p. 292) schätzt die Luft an ihrer äuſsersten Grenze ohngefähr 1400 Mal dünner, als an der Erdfläche, indem man es auch mit den allerbesten und vollkommensten Luftpumpen noch nie habe dahin bringen können, die Luft mehr als 1400 Mal zu verdünnen, und vielleicht habe man selbst diese Grenze noch nie erreicht. Man könne daher annehmen, daſs eine solche verdünnte Luft sich wirklich im natürlichen Zustande befinde. Nimmt man daher die mittlere Höhe des Barometers am Ufer des Meeres 28 Zoll, und nach *Saussure's* Beobachtung, die auf dem Montblanc, welcher über dem Meere auf 2257 Toisen erhaben ist, 16 Zoll, also ihr Verhältniſs wie 28 : 16 = 7 : 4, so muſs nach dem Mariott'schen Gesetze in einer doppelten Höhe des Montblanc die Dichtigkeit der Luft zu ihrer Dichtigkeit unten am Meere wie 2 2/7 zu 7 oder fast wie 1 : 3 sein. In der vierfachen Höhe ist sie wie 1 : 9, in der achtfachen wie 1 : 81, und in der vierzehnfachen wie 1 : 2187. Also muſs in der 14 Mal gröſsern Höhe, als die von 2257 Toisen ist, die Atmosphäre schon mehr als 2000 Mal dünner sein, als unten an der Erde. Rechnet man nun auf die Meile 3800 Toisen, so macht die doppelte Höhe des Montblanc ziemlich genau 45/38 einer Meile aus. Nimmt man daher diese Höhe sieben, also die Höhe des Montblanc vierzehn Mal, so erhält man an 8 1/3 Meilen. Hieraus erhellt, daſs die ganze Höhe der Atmosphäre unserer Erde wahrscheinlich keine 8 geographische Meilen betrage.

Indessen können diese Bestimmungen alle keine genauen Resultate gewähren, weil es immer noch ungewiſs bleibt, ob nicht die Luft noch fähig bleibe, eine weit beträchtlichere Verdünnung zu erleiden, als angenommen wird, indem man wenigstens immer noch eine kleinere Expansibilität, als die in der ausgedehnten Luft ist, annehmen kann.

Auſser diesen Methoden, die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen, giebt es auch noch eine ältere, die schon *Alhazen* (*de Crepusculis propos. ult. in Risneri thes. opt. Basil.* 1752, *fol.*) vorgetragen hat, und die sich auf die Theorie der Dämmerung gründet. Es sei (Taf. XVI, Fig. 13) l b a für den Ort a der Horizont, und es komme der letzte Stral der Sonne b a beim Ende der Dämmerung dem Beobachter in a ins Auge, so findet sich bereits die Sonne schon 18° unter dem Horizonte l b a. Der letzte Stral der Sonne trift also den Horizont l b a unter dem Winkel l b s = 18°, und wird von der Luft bei b nach a reflectirt, so, daſs s b c = c b a. Man hat daher c b a = 1/2 a b s = 1/2 (180° — s b l) = 90° — 1/2 s b l, und den Winkel c = 90°

— c b a = $1/2$ s b l = 9°. Daraus ergiebt sich in dem rechtwinklichten Dreiecke a c b, b c : c a = sec. 9° : sin. tot. = sec. 9° : 1., und der Unterschied zwischen c b und c a oder die Höhe der Atmosphäre = c b — c a = d b = c a (sec. 9° — 1) = 0,0124625. c a, d. i. beinahe $1/80$ c a. Setzt man den Halbmesser der Erde c a nach *Picard* 3269200 Toisen, so beträgt die Höhe der Atmosphäre ohngefähr $\frac{3269200}{80}$ = 40865 Toisen oder 20 $2/5$ franz. Meilen. *Kepler* erinnert dagegen, daſs man auch auf die Brechung der Lichtstralen l a und s b sehen müsse. Nach seiner Rechnung, die er hierüber angestellt hat, findet er die Höhe der Atmosphäre 10 Meilen, welche er aber verwirft, weil er sich einbildet, die Luft könne sich nur bis zu der Höhe von einer halben Meile erstrecken. *Halley* zeigt (*Philosoph. Transact. N.* 181) durch einen Beweiſs, daſs man den Winkel c wegen der Strahlenberechnung um $1/2$° vermindern müsse. Dadurch wird d b = c b — c a = c a (sec. 8 $1/2$° — 1) = 0,111061. c a oder nahe $1/90$. c a woraus sich die Höhe der Atmosphäre = $\frac{3269200}{90}$ ergiebt = 36435 Toisen oder 18 $1/5$ franz. Meilen.

Nach *de la Hire* (*Memoires de l'Academie à Paris*, 1713, p. 54) muſs man von dem ganzen Sehungsbogen (80°) die Brechung im Horizonte (32′) und den Sonnenhalbmesser (10′) abziehen, (letztern deswegen, weil der Strahl nicht vom Mittelpunkt, sondern vom obern Stande der Sonne herkomme.) Deshalb nimmt er den Winkel c = 80° 36′, und findet bei der Voraussetzung, daſs die Stralen s l und l a gerade Linien sind, die Höhe der Atmosphäre = 37223 Toisen. Nachher stellte er aber auch Untersuchungen bei der Voraussetzung der Stralen s b und l a als krumme Linien an, und schlieſst zuletzt, daſs die Höhe der Atmosphäre zwischen 32501 und 37225 Toisen enthalten sei.

Dieser Methode zu Folge würde also die Höhe der Atmosphäre, so weit sie das Licht zurück wirft, nach *Halley* 18 $1/5$ und nach *de la Hire* 18 $3/5$ franz. Meilen betragen, welches etwas über 8 geographische Meilen ausmacht.

Wolff sagt, (in s. vernünftigen Gedanken von den Wirkungen der Natur u. s. w. 4te Auflage, Halle 1739, p. 283); *Weigel* habe in s. *Sphaerica Euclidea, lib. II, cap.* 4, *obscrv.* 16, *p.* 342, gezeigt, daſs die Luft, welche das Licht der Sonne bricht und reflectirt, nicht über 4 teutsche Meilen hoch sei.

Die Erscheinungen, die das Nordlicht giebt, haben den Herrn *Mairan* (*Traitè de l'aurore boreale sect. II, cap.* 3) veranlaſst zu glauben, daſs die Höhe der Atmosphäre über 200 bis 300 franz. Meilen betrage.

De la Metherie (Theorie der Erde, Th. I, Leipzig 1797, 8.; aus dem Französischen, p. 173) glaubt, daſs die Ausdehnung der atmosphärischen Luft in den obern Lagen weit beträchtlicher sei, als man sie gewöhnlich annehme, ob es gleich beim ersten Anblick scheinen könne, daſs sie der ungemein heftigen Kälte wegen, die in diesen Regionen Statt finde, weniger beträchtlich sein müsse. Wir bemerken augenscheinlich, daſs es nicht möglich sei, eine fast unmerkliche Leere unter der Glocke einer Luftpumpe hervorzubringen, weil die Luft sich so sehr ausdehnen lasse, daſs sie, wenn wir die Verdünnung derselben so weit als möglich getrieben hätten, einen Raum einnehme, von dem wir gar keine Kenntniſs hätten. Sie müsse also in den entferntesten Lagen der Erd-

atmosphäre eine ähnliche Ausdehnbarkeit besitzen, und dieser Umstand müsse machen, dafs sich der Dunstkreis viel weiter erstrecke, als man gewöhnlich einigen Erscheinungen zu Folge annehme. Vielleicht erstrecke sie sich mehrere tausend Meilen hoch, indessen müsse sie in dieser Höhe ausserordentlich dünn sein.

Lampadius sagt: (Grundrifs der Atmosphärol. Freiberg 1706, p. 8) nach dem Mariottischen Gesetze müsse die Höhe der Atmosphäre unendlich weit hinaus zu setzen sein; da unsere Luftpumpen das Barometer bereits bis auf 1/2 Linie zum Fallen brachten. Nach den Beobachtungen der Dämmerungen und Brechungen des Sonnenlichts bringt man im Durchschnitte die Höhe von 9 2/3 Geographischen = 8 sächsischen Meilen = 8 X 32000 Leipziger Fufs heraus. Unstreitig geht die Atmosphäre noch höher. In dieser Höhe mufs sie aber nun schon äufserst verdünnt und mit den leichtern Körpern, als Wasserstoffgas und elektrischer Materie in gröfserer Quantität gemengt sein. Wenn *Mairan* aus der Beobachtnng des Nordlichts der Atmosphäre eine Höhe von 300 fr. Meilen giebt, so hat er wenigstens in so fern Recht, als die elektrische Materie noch zu den Bestandtheilen der Erdatmosphäre zu rechnen ist. *Benzenbergs* Beobachtungen der Sternschnuppen machen es höchst wahrscheinlich, dafs sie wirkliche Meteore in der Atmosphäre sind; und hienach mufs man die Atmosphäre auch wenigstens zu 80 teutschen Meilen annehmen.

Bei allen diesen Bemühungen sieht man doch hinlänglich, dafs dieser Punkt bei Weitem noch nicht aufs Reine gebracht ist.

Man hat die Atmosphäre auf mancherlei Art in Schichten oder Regionen abgetheilt. Es liegt hiebei viel Willkührliches zum Grunde. *Lampadius* nimmt (a. a. O. p. 9) an:

a) Die Schicht der Wärmematerie: sie reicht bis ohngefähr 4000 Toisen Höhe. Hier erscheinen die meisten wäfsrigen Meteore.

b) Die Schicht der Strichwolken, wo die Sonnenstralen unwirksam sind, aber doch noch gebrochen werden. Von 4000 Toisen bis zu 8 sächsischen Meilen.

c) Die Region der Sternschnuppen, Nordlichter u. s. w. Von der vorigen an, bis zur äufsersten nicht zu bestimmenden Grenze. Elektrische Materie und brennbare Luft werden hier angetroffen.

Eine Region verläuft sich unmerklich in die andere.

Euler nahm noch einen eigenen, die Himmelsräume ausfüllenden Aether, der 2387 Millionen Mal leichter, als die Luft auf der Erde sei, an. Dieser Stoff würde alsdann über der Atmosphäre liegen, welche sich aber ebenfalls in ihn verlaufen müfste.

Einige Naturforscher denken sich den Raum zwischen den Weltkörpern mit höchst verdünnter Atmosphäre ausgefüllt. Nach dieser Hypothese giebt es demnach gar keine Grenze der Atmosphäre, sondern es verdichtet sich, wie z. B. Herr Professor *Chladni* annimmt, jeder Weltkörper seine Atmosphäre durch Anziehung aus dem allgemeinen Weltenraume.

Der Nutzen der atmosphärischen Luft besteht besonders in der Erhaltung der Organismen der Verbrennungsprocesse u. s. w.

Schall und Luft.

Die Bewegung des Schalls in der Luft geschiehet mit gleichförmiger Geschwindigkeit, und diese Geschwindigkeit bleibt, wie Versuche gelehrt haben, im Sommer und Winter, bei Hitze und Kälte, 1) bei Tag und Nacht, bei dicker und dünner Luft, bei feuchter und trockener Witterung völlig einerlei. Der Wind führt zwar den Schall ungleich weiter, als dieser ohne ihn würde gegangen sein, oder er hält ihn zurück, nachdem er mit ihm in einerlei Richtung oder entgegengesetzter geht, aber in der Geschwindigkeit desselben ändert er nur wenig. Auch ist die Bewegung des starken Schalls eben so schnell, als die eines schwachen. (*Experimenta et observationes de soni motu aliisque ad id attinentibus factae a D. W. Derham*, in den *Philosoph. Transact. Nr.* 313, *p.* 3; *Erxlebens* Anfangsgründe der Naturlehre, p. 213, §. 269; Donndorff's Lehre von der Elektricit. B. II, p. 585; Weber über die gemeine und aus Körpern entwickelte Luft, Landshut 1785, p. 57 ff.)

Ueber die Schnelligkeit des Schalls sind viele Versuche angestellt. Die ersten scheint *Gassendus* gemacht zu haben; nachher unternahmen dieselben: die Florentinische Akademie in Italien; *Cassini*, *Huygens*, *Piccard* und *Römer*, und später *de Thury*, *Maraldi*, und *de la Caille*, in Frankreich; *Flamstedt* und *Halley* in England; *de la Condamine* in Cayenne und bei Quito. Diese Versuche stimmten nicht ganz mit einander überein. In einer Sekunde durchlief der Schall

Nach *Gassendus*	1463	Par. Fuſs.
In Italien	1110	—
In Frankreich	1097	—
Nach den spätern Beobacht. .	1038	—
In England	1072	—
In Cayenne	1101	—
Bei Quito	1050	—

(*Sur la propagation du son p. M. Cassini de Thury* in d. *Mémoires de l'Academie à Paris*, *an.* 1738, *p.* 128 *ff.*; Auszug eines Sendschreibens des Herrn Hofraths D. Bianconi an den Herrn Scipio Maffei von der verschiedenen Geschwindigkeit des Schalles, im Hamburgischen Magazin, B. XVI, p. 476 ff.; *Joh. Henr. Winkler Tentamina circa soni celeritatem per aërem atmosphaeric.*, *Lips.* 1763, 4.; *sur la vitesse du son*, *par Mr. Lambert* in den *Mém. de l'Acad. à Paris*, 1768, *p.* 70; Erxlebens Anfangsgründe der Naturl. p. 212, §. 268; Donndorff's Lehre v. d. Elektricität, B. II, p. 565.)

1) *Man vergleiche indessen hiemit bei Luft und Wärme die Beobachtungen unter* δ.

Kratzenstein führt an, der Schall werde in atmosphärischer Luft in einer Sekunde durch einen Raum von 1038 Pariser Fuſs fortgepflanzt. (Vorles. über die Experimentalphysik, sechste Auflage, p. 113.)

Major *Müller* fand zu Göttingen die Geschwindigkeit des Schalls in einer Sekunde 1040,3 Par. Fuſs. *Euler* setzt dieselbe (Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturl., aus dem Franz. von Kries, B. I, p. 11) auf 1000 in einer Sekunde.

Aus den Versuchen der Florentiner Akademie erhellt, daſs die Fortpflanzung von hohen und feinen, tiefen und groben Ton gleich schnell durch die Luft ist. (Bei Weber a. a. O. p. 59.)

Nach *de Mairan* durchläuft der Schall 143 Toisen in einer Sekunde. Kommen bei den Versuchen kleine Abweichungen vor, so hängen diese selbst entweder von der Unvollkommenheit der Versuche oder andern dem Orte oder der Zeit zuzuschreibenden Umständen ab; niemals aber von der Stärke oder Schwäche des Tons. 1)

Zu untersuchen, ob der feine und grobe Schall, der von einem Orte ausgeht, eine beträchtliche Weite in derselben Zeit zurücklegt, machte *de Mairan* zu Beziers 1723 folgenden Versuch: Er wählte zwei Glocken, die damals in dem Thurme der Cathedralkirche dieser Stadt waren, von denen die eine 5 Fuſs 6 Zoll 7 Linien Durchmesser oder Oeffnung hatte, und 114 Zentner wog; die andere 2 Fuſs 2 Zoll 3 Linien Oeffnung, und nur sieben Zentner hielt; 5 Vibrationen der groſsen Glocke entsprachen 12 Vibrationen der kleinen. Ihre respectiven Töne, mit denen der Orgel dieser Cathedralkirche verglichen, waren B-fa-si und D-la-re im Abstande der kleinern Terze von der hohen Octave. Seine Absicht war in demselben Augenblicke auf beide Glocken schlagen zu lassen. Er theilte alle Personen, deren er bedurfte, in drei Theile. Der erste Theil blieb bei den Glocken, um sie anzuschlagen, oder über die Gleichzeitigkeit des doppelten Schlags zu urtheilen; die beiden andern muſsten sich an einen ruhigen Ort begeben, der 500 Toisen von der Stadt oder dem tönenden Körper entfernt war; die eine Parthei stellte sich gegen den Wind, die andere in die Richtung des Windes. *Mairan* war anfangs unter dem ersten Theile und nachher unter dem zweiten und auch den dritten. Er gelangte endlich dahin, daſs die Glocken so instantan beide angeschlagen wurden, daſs auch das feinste Ohr keinen Zeitunterschied bemerken konnte. Man schlug von Minute zu Minute auf die Glocke, damit jeder Beob-

1) Hieraus erhellt nach *Mairan* ein Hauptunterschied zwischen der Bewegung des Schalls und der wellenförmigen der Flüssigkeiten, indem letztere desto stärker ist, je stärker die Ursache der Bewegung war.

achter mit Hülfe seiner Taschenuhr auf den Augenblick des Anschlagens aufmerksam sein konnte; sobald einige von diesen Doppelschlägen nicht genau zusammen fielen, was nur selten der Fall war, so wurde sogleich von Neuem auf die grofse Glocke geschlagen, um Jedermann zu benachrichtigen, auf den ersten Schlag nicht weiter zu rechnen, und nur auf den der folgenden Minute Acht zu haben.

Nachdem dieser Einrichtung gemäfs 50 oder 60 Schläge gegeben waren, war das Resultat, dafs der feine Ton der kleinen Glocke dem Ohre früher hörbar war, als der gröfsern Glocke, zwar nur sehr wenig, aber doch deutlich bemerkbar.

(Ueber das Verhältnifs des Schalls in der atmosphärischen Luft zu dem in den andern Gasarten findet man das bekannte unter jeder einzelnen der schon abgehandelten Gasarten. S. Schall in Sauerstoffgas u. s. w.)

Durch Zusammenpressen der Luft wird der in derselben excitirte Schall verstärkt. (Kratzenstein's Vorles. üb. Experimentalphys. 6te Ausgabe, p. 113.)

Zu versuchen, ob der Schall Einflufs auf den Barometerstand habe, bediente sich *Englefield* einer grofsen Glocke der Hauptkirche zu St. Gudula in Brüssel, welche 16000 Pfund wog. Diese Glocke hing in einem Rahmen von Zimmerwerk, das für sich auf einem starken Gewölbe ruht, mit dem die Mauren des Thurms nicht zusammen hängen. Schon deshalb schien es ihm nicht wahrscheinlich, dafs das ganze Gebäude beim Läuten der Glocke in eine Zitterung versetzt, und dadurch Barometerveränderung veranlafst werden können. Auch die nicht unwahrscheinliche Vermuthung, dafs das schnelle Hin- und Herschwingen einer so grofsen Masse die ganze Luft in Bewegung setzen, und dadurch Viberationen im Barometerstande veranlafsen möge, die nichts mit dem Schalle zu thun hätten, wurde ihm durch die Art, wie man bei dem Läuten verfuhr, gänzlich benommen.

Da die Glocke, wenn unten das Zeichen gegeben wurde, sogleich mit vollem Läuten ertönen sollte, war es nöthig, sie schon eine Zeitlang vorher in Bewegung zu setzen. Dabei wurde der Klöppel an der einen Seite der Glocke durch einen starken Stab geprefst, der quer durch die Mündung der Glocke ging, und bei dem gegebenen Zeichen von einem Menschen, der zu dem Ende da stand, ausgehoben wurde. Aenderte also das Barometer während dieser Zeit seinen Stand nicht, so glaubte er sicher sein zu können, dafs die nun beobachtete Bewegung des Quecksilbers lediglich vom Schalle der Glocke herrühre.

Pigolt, der in Brüssel anwesend war, gab zu dem Versuche ein von *Ramsden* verfertigtes Barometer her, sein Sohn stellte mit E. die Versuche gemeinschaftlich an.

Am ersten Nov. 1773 begaben sie sich um 2 Uhr Nachmittags in den nordwestlichen Thurm der Hauptkirche zu St. Gudula, und befestigten das Barometer aufs Beste in einer Fensteröffnung, die sich nicht volle 7 Fufs über dem Boden der Glocke befand. *Pigott* bestimmte hier die Barometerhöhe, ehe die Glocke in Bewegung gesetzt wurde, auf 29,478 engl. Zoll. Als die Glocke in voller Schwingung war, doch ohne noch zu tönen, war nicht die mindeste Aenderung an diesem Barometerstande wahrzunehmen. Im Augenblicke aber, als der Klöppel gelöst wurde und anschlug, sprang das Quecksilber in die Höhe, und wiederholte diese Art von springender Bewegung bei jedem Schlage des Klöppels die ganze Zeit des Läutens über. *Pigott* beobachtete die Höhe des Quecksilbers während des Läutens auf 29,469 engl. Zoll. *Englefield's* Beobachtungen waren folgende:

Gröfste Höhe . .	29,480	Gröfste Höhe . .	29,482
Niedrigste Höhe .	29,474	Niedrigste Höhe .	29,472

Englefield bemerkt hiebei, dafs diese Beobachtungen, die Schwierigkeit solcher delikaten Versuche gehörig erwogen, sehr wohl zusammenstimmen. Sie waren seiner Versicherung zu Folge mit der gröfsten Aufmerksamkeit gemacht. Nach ihnen scheint die Wirkung des Schalls auf den Barometerstand 6/1000 bis 10/1000 eines Zolls betragen zu haben. Dabei bemerkt C. noch, dafs *Pigott* durchgängig den Barometerstand um 5/1000 Zoll niedriger als er schätzte, welches ihre Beobachtungen einander noch näher bringe. Dieses bewiesen folgende Bestimmungen:

	Stand des Barometers.	
Oben auf dem Thurme nach *Pigott*	29,424;	nach E. 29,430
Am Fufse des Thurms — —	29,639;	— — 29,642
Im Hofe der engl. Gesandtschaft	29,676;	— — 29,682

Er glaubt, dafs die Verschiedenheit im Sehen häufig ähnliche Variationen zwiden Beobachtungen verschiedener Physiker hervorbringen mögte. 1)

1) *Die Hypothesen über den Schall findet man bei Körper im Allgemeinen und Luft.*

Kurze Geschichte der Arbeiten, Versuche und Beobachtungen über die gemeine Luft, besonders in den neuern Zeiten, von Lavoisiers Erscheinen an, bis zum Schlusse des achtzehnten Jahrhunderts.

White (Philosoph. Transact. LXVIII, for the Year 1778, Th. I,) R. Kirwan (Ebendas. LXXIV, for the Year 1784, Th. I,) H. Cavendish (a. e. a. O.) J. A. de Luc (Journal de Physique, XXXVI, 1790, Avr.) stellten im Allgemeinen Versuche und Beobachtungen über die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft an; der Graf Hartig betrachtete sie in höhern Gegenden, (Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Prag, 3ter Theil a. d. Jahr 1787, 4.)

Dallberg

Dallberg in grofsen und volkreichen Städten (in einer 1785 vor der Akademie der Wissenschaften zu Stockholm gehaltenen Rede; ein Ungenannter (Giornale per servire alla storia ragionata della Medicina di questo secolo, Venez. 4, II, 1784) und S. de Butts beschäftigten sich mit ihrem Einflufs auf den menschlichen Leib überhaupt (Thesaurus medic nov. sive disputat. in Acad. Edinb. ad rem medicam pertinent. a colleg med. institut. ad hoc usque tempus delectar. a G. Smellio; continuatio ab ann. 1778 — 1784. Edinb. London et Dublin. 1785); G. A. Kohlreif mit dem auf die Gesundheit (Abhandl. von der Beschaffenheit und dem Einflufs der Luft, sowohl der freien, atmosphärischen, als eingeschlossenen Stubenluft auf Leben und Gesundheit der Menschen, Weissenfels und Leipzig, 1794, 8.); T. Bergmann (in dem Vorbericht zu Scheele's Abhandl. von der Luft und dem Feuer, p. 5), Scheele (Abhandl. von der Luft und dem Feuer u. s. w. p. 28, und Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. Handling. XL, Q. I, Abhandl. 4.), Schurer (Dissertat. praeside J. Herrmann: Historia praecipuorum experimentorum circa analysin chemicam aëris atmosphaerici usumque principiorum eius in componendis diversis naturae corporibus. Argentor. 4. P. prior 1784, Pars posterior: Synthesis oxygenii experimentis confirmata. Argentor. 4. 1790; ins Teutsche übersetzt von Fr. Wolff, unter dem Titel: Abhandl. vom Sauerstoff und seiner Verbindung, mit einigen Anmerk. und Zusätzen vermehrt, Berlin 1790, 8.), J. Priestley (besonders in den Experiments and Observations relating to the analysis of atmosphaerical air, Philadelphia 1797, 8.) und einige englische Naturforscher (Essays by a Society of Gentlemen at Exeter. Exeter and London 1796, 8. p. 351 — 364) zerlegten sie; Luzuriaga glaubte sie schon durch blofses Schütteln mit Bleikörner zersetzt zu haben (Journal de Physique, XXV, 1784, Oct.); Halle (Recherches sur la nature et les effets du mephitisme des fosses d'aisance, à Paris 1785, 8.), Condorcet (Journal de Physique, IV, 1779, Sept.), Morand und Portal (Melanges curieux et interessans des divers objets relatifs à la Physique, à la medecine et à l'histoire naturelle, à Avignon et Paris 1771, 12.) zeigten, wie sehr sie durch die Ausdünstung von Kothgruben, Haguenot (Gazette de santé, 1773), J. J. Gardane (Racolta di opusc. fisico-medici, XIX, 1777), Targioni (Histoir. de l'Acad. des sciences à Paris, pour l'ann. 1777) und andere, welche daher, so wie Lampe (Diss. de noxis ex sepultura in templis, Argentor 1776, 4.), Habermann (Dissertat. de salubri sepultura, Vindob. 1772, 8.; ins Teutsche übersetzt, mit der Aufschrift: Abhandl. von unschädlichen Begräbnissen, und den nachtheiligen Beerdigungen der Todten in den Kirchen und Städten, Wien 1773, 8.), Maret (Mémoire sur l'usage où l'on est, d'enterrer les morts dans l'eglise et dans l'enceinte des villes; à Dijon 1773) und Andere, die Begräbnisse aus den Kirchen verbannt wissen wollen, obgleich Wurzer (Chemische Annal. für 1794, II, St. 8 p. 102 — 105) die Luft auf Kirchhöfen nicht so verdorben gefunden haben will, als man glauben sollte, wie sie durch die Ausdünstungen anderer faulender Körper, z. B. in Begräbnifsgrüften, Dana, Bonvoisin, Fontana und Giobert (Mémoires de l'Acad. des scienc. à Turin, V, pour les ann. 1790, 1791, p. 32 — 39) wie sie durch Röthen des Hanfs in stehendem Wasser, M. van Marum und A. Paets van Troostwyk (Verhandelingen van het bataafsh Ge-

nootschap der praefondervindelike Wysbegeerte te Rotterdam, D. 8. 1787, p. 1 bis 61), wie sie durch Ausdünstung von Abtritten, gährenden Flüssigkeiten, Menschen, vornemlich kranken, stehenden Wassern u. dgl.; Fourcroy (Mémoires et observations de Chemie, à Paris 1784, 8. nr. 6. 7.) und Fr. A. v. Wasserberg (Medicinisch physische Commentarien, Wien und Leipzig, 8. erster Theil, 1783), wie sie durch Ausdünstung stehender Wasser, Benvenuti an dem Beispiele der Bäder von Lukka (Nov. Act. Acad. Caesar. Curios. VI, observat. 1.) Becket an demjenigen von Hollwell (bei Priestley a. a. O. App. nr. 14, p. 466 f.), Prochaska (Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Prag, auf das Jahr 1788, 8. zweite Abtheil. 1786) und J. A. Scherer (ebendas.) an dem des Karlsbades, wie sie durch die Ausdünstung warmer Bäder; Westrumb an dem Beispiele der Pyrmonter Dunsthöhle (kleine physik. chemisch. Abhandl. II, p. 209 — 224), J. Mayer (Abhandl. der böhmischen Gesellschaft, J. 1786, Prag und Dresden 1786, 4.) an andern aus der Naturgeschichte Böhmens, wie sie in der Nachbarschaft von Sauerbrunnen; Rochard (bei Vandermonde Journal de medicine, chirurgie, pharmacie etc., à Paris, XLIII, 1775, 12. Janv.) wie sie in Gipsgruben, ein Anderer (ebendas. LII, 8. Août. Sept.) aus der Naturgeschichte von Narbonne, wie sie sonst unter der Erde, Stelzner (Schriften der Berlinisch. Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin, 8. VII, 1787), Lempe (Magazin der Bergbaukunde, Dresden, 8. fünfter Theil, 1788), Fr. Alexand. v. Humboldt (in K. Ehr. Freih. v. Moll Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Salzburg, 8. II, p. 193 — 233, und chem. Annal. 1795, II, St. 2, p. 99 ff.) wie sie in Bergwerken, Priestley (a. a. O. Abschn. XXVII, nr. 3) wie sie in Kohlengruben, Comus (Journal de Physique, VIII, Nov.) wie sie in Brunnen, Santi an mehrern Dunsthöhlen im ehemaligen Grofsherzogthum Toskana (Viaggio al Montamiata, Pisa 1794, 8.), Ad. Murray (Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. Handling, XXXVI, p. 245 — 253) und Andere an dem Beispiele der sogenannten Hundsgrotte, wie sie in der Nachbarschaft feuerspeiender Berge, Bartaloni (Gli atti dell' Academia delle Scienze di Siena, detta de Fisico-critici, Siena, 4. IV, 1771) am Beispiele des Vesuvs, wie sie in diesen selbst beschaffen ist; Cornette (Mémoires de la Societé de medecine à Paris, pour l'ann. 1786, p. 320 — 326) und Achard (Sammlung physik. und chem. Abhandl. Berlin, 8. erster B. 1784, p. 296 ff.) wie sie durch Rauchwerke; Lavoisier (Mémoires de l'Acad. à Paris, pour l'ann. 1781, p. 448 bis 467), Sennebier (Annales de chimie, IV, 1790, p. 261) und in Rücksicht auf ihre Wirkung auf den Menschen, Banau (Gazette de santé par J. J. Gardane, à Paris 1775; Journal de medecine, chirurgie, pharmacie etc. XLIII, Janv.; und Journal de Physique, IV, 1774, Dec.), ein Ungenannter (Gazette de santé par une societé de Medecins, à Paris 1776), Martin (Journal de medecine, chirurgie, pharmacie etc. XLIII, 1775, 12. Mars) Meglin (ebendas. LXIX, 1786, Dec.), Portal (Journal de Physique etc. IV, 1772, Octbr.; und Mémoir, de l'Acad. à Paris, pour l'ann. 1775) Troja (Journal de Physique etc. XI, 1778, Fevr.), Gardane (ebendas. Mars) und Andere, wie sie durch glühende Kohlen, Priestley (Experiments and observations on diff. Kinds of air, I, Abschn. II, p. 177; und Observation differ. Kinds of air, Abscn. VIII)

und Scheele (Abhandl. von Luft und Feuer, p. 91), wie sie durch andere glühende Körper; Priestley (Observat. etc. Abschn. VIII; Experiments and observations relating to various branches of natural philosophy, I, Abschn. XXVI, §. 7, p. 288), wie sie durch glühende Metalle; Lavoisier (Mémoires de l'Acad. à Paris, pour l'ann. 1782, p. 541 — 559), wie sie durch glühendes Eisen, Scheele (a. a. O. p. 14. 16. ff.) Priestley (Observations etc. p. 2; Experiments and observations on different Kinds of air, I, Abschn. 2, p. 177) Lavoisier (Mèmoires de l'Academ. à Paris, pour l'ann. 1777, p. 65 ff., 195 ff., 592 ff., und p. l'annèe 1784, p. 593 — 608); F. Fontana (Opusc. scientific. p. 30), wie sie durch andere brennende Körper, Priestley (Experiments and observat. on different Kinds of air, I, Abschn. 2) und Lavoisier (a. e. a. O. p. l'ann. 1777, p. 363 ff.), wie sie durch Luftzünder, Scheele (a. e. a. O. p. 6 ff.) und Priestley (a. e. a. O., auch Observat. on diff. Kinds of air, nr. 5), wie sie durch mancherlei Arten sogenannter Schwefelleber, Lavoisier (a e. a. O. p. 398 — 409), wie sie von verwitternden Schwefelkiesen, Priestley, wie sie von Schiefspulver, wenn es abbrennt (Experim. and observ. on different Kinds of air, I, Abschn. 2) Gardane, wie sie in frisch ausgetünchten Zimmern (Gazette de santé 1773), Ebenderselbe (a. e. a. O.) auch Priestley (Observat. on diff. Kinds of air, nr. 8; Experim. and observat. on different Kinds of air, I, p. 180) wie sie von frischen Oelfarben, Priestley (Experim. and observat. on different Kinds of air, I, Absch. 2) wie sie von Kitt mit Terpentin und Wachs vermengt, Gardane (a. zuletzt a. O.) wie sie durch Ausdünstung von Terpentin, Priestley (Experiments observat. relating to various branches etc. I, p. 296 ff.) wie sie durch Pflanzen, vornemlich blühende oder kranke, Marigues (Journal de Physique, XV, 1780, Mai) wie sie ins Besondere durch stark riechende, Priestley wie sie in Gewächshäusern (a. e. a. O. Abschn. XVII, nr. 1), Ingenhoufs (Experiments upon vegetables etc.) wie sie überhaupt durch alle Pflanzen, wenn sie im Schatten stehen, oder bei Nacht, Fr. A. v. Wasserberg (a. e. a. O.) und französ. Naturforscher (Histoire de l'acad. à Paris, pour l'ann. 1773) wie sie durch gährende Feuchtigkeiten, z. B. in Kellern, Fel. Fontana (a. e. a. O. p. 33 ff. 40) wie sie durch Blut, wenn es warm damit geschüttelt wird, Ebenderselbe (ebendas. p. 27), auch Priestley (Observat. on diff. Kinds of air, I, Abschnitt 2, p. 177), Lavoisier (a. e. a. O. p. 185 — 194) Wenzel (Seances publiques tenues par la Faculté de Medecine en l'Université de Paris dans les Ecoles exterieures de la Sorbonne, à Paris, 4. II), wie sie durch den Athem von Menschen; Baudot und Villete (Brugnatelli Biblioteca fisica d'Europa, XVII, 1790) wie sie ins Besondere (doch weit weniger, als von Gesunden) von Lungensüchtigen durch Athmen, Gardane (Gazette de santé 1773) wie sie in eingeschlossenen Räumen, Lavoisier (Mémoires de la Societé de Medecine, pour les ann. 1782 et 1783, p. 569 — 582) wie sie unter Umständen, wo sich mehrere beisammen finden, ein Ungenannter (Gothaischer Hofkalender, Gotha, 12. 1789) wie sie in Speise- und Schauspielsälen, Priestley wie sie in Speisezimmern (Experim. and observat. relating etc. Abschn. XXVII, nr. 4) in Kattundruckereien und in innern Schiffsräumen (ebendas. nr. 3), Becket (a. a. O.) wie sie in Krankenhäusern, Dobson (zu Liverpool bei Priestley, a. a. O.

App. nr. 6.) und Priestley (zu Birmingham und Manchester a. e. a. O. Abschn. XXVII, nr. 3) wie sie in stark bevölkerten Städten verdorben wird; Saussure (Voyage dans les alpes précédé d'une histoire naturelle des environs de Genève, Neufchatel, 4. I, 1779) wie sie auf hohen Bergen, Ingenhoufs (Philosophic. Transactions, LXX, for the Year 1780, Th. II, und vermischte Schriften, herausgegeben von N. C. Molitor, II, nr. XIX, p. 239 ff.) wie sie über dem Meere beschaffen ist; Percival (Memoirs of the litterary and philosophical Society of Manchester, Warrington and London, 8. II, 1785) wie überhaupt verdorbene Luft auf den Menschen wirkt.

Als man anfing die Beschaffenheit der Luft näher zu kennen, fiel man auch bald auf Mittel und Instrumente, ihre Güte, oder vielmehr ihre vortheilhafte und nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit des Menschen, in so fern wenigstens, als diese sich auf das Verhältnifs der in ihr bemerkbaren Bestandtheile zu einander stützt, zu erforschen: Jurin und Gattoni erhielten darüber von der Parisischen Gesellschaft den Preis: K. W. Scheele erwählte dazu ein Gemenge aus Schwefel, Eisenfeile und wenigem Wasser, (Kong. Svensk. Vetensk. Acad. Handling, XL, for år 1779, Q. 1; Erhart bei Baldinger Neues Magazin für Aerzte, Leipzig, 8. IV. 1782, St. 4, nr. 1.) Guyton (bei zweien von ihm erfundenen Eudiometern, Chemische Annalen 1788, B. I, St. 4, p. 316 — 319, und 1796 B. I, St. 1, p. 22 — 26; und Journal de l'école polytechnique, ou bulletin du travail fait à cette école, publié par le conseil d'instruction, ann. 4 de la république, nr. 54) geschwefelte Pottasche, F. Fontana (Descrizioni ed usi di alcuni stromenti per misurare la salubrità dell' aria, Firenze 1774, 4.) gründet sich bei der Wahl seiner Geräthschaft auf die Eigenschaft des Salpetergas, alle Lebensluft, und unter allen luftförmigen Flüssigkeiten sie allein zu verschlucken; seines Eudiometers bedienten sich (doch einige mit Abweichungen bald in der Gestalt, bald in den Handgriffen) M. Landriani (Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell' aria, Milano 1775, 8. ins Teutsche übersetzt, Basel 1778, 8.) J. Ingenhoufs (Experiments upon Vegetables etc.; Philosoph. Transact. LXVI, for the Year 1776, Th. I, p. 257 — 267, und LXXI, for the Year 1781, Th. I, p. 9 u. f.; Verhandelingen van het bataafsch Genootschap der proefondervindelyke Wysbegeerte te Rotterdam, VI, p. 107 — 160); J. A. Scherer (Eudiometri, seu methodus aëris atmosphaerici puritatem, salubritatemve examinandi, Vienn. 1782, 8.; Geschichte der Luftgüteprüfungslehre für Aerzte und Naturforscher, kritisch bearbeitet, Wien, 8, I, II, 1783; bei N. J. Jacquin Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia, Vienn. 4, II. 1789, Abh. V, 4.; bei J. Mayer, Sammlung physikalischer Aufsätze, Dresden, II, 1792, Abhandl. 12); J. H. v. Magelhaens (A Description of a Glafs Apparatus for making mineral Waters like those of Pyrmont, Spa, Saltzers etc. in a few Minutes, and with very little Expence, together with the Discription of some new Eudiometers or Instruments for ascertaining the Wholesomnefs of respirable air and the practical Method for employing these instruments in a lettre to Dr. Priestley, London 1777, 8.; teutsch mit der Aufschrift: Beschreibung eines Glasgeräths, vermittelst dessen man mineralische Wasser in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann, wie auch einiger neuen Eudiometer, oder solcher In-

strumente, wodurch man die Gesundheit der Einathmungsluft prüfen kann, in einem Sendschreiben an Dr. Priestley, mit Kupfern, aus dem Englischen übersetzt, von G. T. Wenzel, und mit Zusätzen, besonders in Rücksicht der Eudiometer, erläutert von C. Fr. Wenzel, Dresden 1780, 8.); J. F. Luz (Anweisung das Eudiometer des Herrn A. v. Fontana zu verfertigen, und zum Gebrauche bequemer zu machen, ingleichen durch eine sehr einfache Einrichtung in kurzer Zeit Mineralwasser zu verfertigen, mit einer Kupfertafel, Nürnberg und Leipzig 1784, 8.); Pickel (Göttingisches Magazin, herausgegeben von E. Lichtenberg und G. Forster, Jahrg. II, 1781, St. 6), Achard (Mémoires de l'Académie des sciences et belles lettres à Berlin pour l'ann. 1778, p. 91 ff.; Sammlung physik. und chem. Abhandl. p. 219 — 231, Chemische Annalen, 1786, B. II, St. 8, p. 99 — 111); Mairan (Abhandl. der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, auf das Jahr 1786, Prag und Dresden 1786, 4.); Gruber (Ebendas. auf das Jahr 1787); Graf v. Sternberg (bei J. Mayer Sammlung physik. Aufsätze, I, Abhandl. 12); J. G. Stegmann (Beschreibung eines Luftmessers der gesunden und ungesunden Luft, Cassel 1778, 8.); le Roux des Tillet (Praes. Raym. de la Revière: an detur modus aëris vitia detegendi et corrigendi. 1777); E. Viborg (Tentamen eudiometriae perfectioris, in publico Acad. scientiarum Havniens. conventu d. 25. April 1783, praemio coronatum, Havn. 1784, 8.); Wilke (Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. nya Handling, IV, for år 1783, Q. 3, Abhandl. 3, p. 183 t. b.); H. Cavendish (Philosoph. Transact. LXXIII, for the Year 1783, Th. I, Abhandl. 8; Account of a new Eudiometer, London 1783, 4.), Gerardin (Journal de Physique, XI, 1778, Mars), von Breda (der dabei den Gebrauch von destillirtem Wasser bei Versuchen dieser Art empfiehlt, bei Ingenhoufs vermischt. Schrift, herausgegeben v. N. E. Molitor, B. II, nr. XXIV, p. 443 — 476); Späth (bei Gren, Journ. der Physik, III, 1791, H. 2, Abhandl. 1, p. 179 — 188, Platt. II, Abb. 1, 2). Hochheimer schlug, die Reinigkeit der Luft zu prüfen, das Athmen von Thieren in der Luft (Anzeigen der chursächsischen Leipzigischen ökonomischen Gesellschaft von der Michaelsmesse 1796, p. 18.), Andere das Brennen verschiedener Körper in der zu prüfenden Luft, z. B. J. D. Ackermann (Versuch über die Prüfung der Luftgüte, nebst einem Beitrag zur medicinischen Polizei, Leipzig 1791), gegen dessen Verfahren J. A. Scherer (bei J. Mayer, Sammlung physik. Aufsätze, II, Abtheil. 16, p. 322) mehrere Einwendungen macht, das Verbrennen des Weingeistes vor; Alex. Volta (Annali di chimica etc. I, p. 171 — 231 f. Pl. II, Abb. 1, 2, B. II, p. 161 — 281, III, p. 36 — 45) verbrennt die zu untersuchende Luft in einer eigenen Geräthschaft mit einem bestimmten Maafse von entzündbarem Gas, und schliefst von dem geringern odern stärkern Rückstand auf die Güte derselben. Seguin (Annal. de chimie, IX, 1791, p. 148) und Berthollet (Journal de l'école polytechnique, ann. 3, Cah. 3) empfahlen dazu das Verbrennen des Phosphors; Achard (Sammlung physik. und chem. Abhandl. I, p. 326 — 331), Reboul (Annales de chimie, XIII, p. 38 — 46, Pl. I,) und Giobert (bei Spallanzani Chimico esame degli esperimenti del Signor Gottling sopra la luce del fosforo di Kunkel, osservata nell' aria comune, ed in diversi fluidi aëriformi permanenti, nella qual occasione si esaminano altri

fosfori posti dentro ai medesimi fluidi, e si cerca, si la luce solare guasti il gas ossigene, siccome pretende questo Chimico, Modena 1796, 8.); Herr Professor Gren (Neues Journal der Physik, IV. Heft 4, Abth. 1, p. 363 — 369) hielt es für hinlänglich, den Phosphor in der Glasröhre, welche mit der zu prüfenden Luft angefüllt ist, zerfliefsen zu lassen, und wich so der Gefahr von dem Springen des Glases durch die schnelle Hitze bei dem Brennen des Phosphors aus: Chaptal (Chemische Annalen für 1787, II, St. 8, p. 160) wollte den Braunstein dazu anwenden; Kratzenstein (v. Crell's neueste Entdeckungen in der Chemie, Th. III, 1781, p. 87, 88) Servieres (Journal de Physique, X, 1777, Octob.), Gattoy (Ebendas. XIV, 1779, Août), Carnus (Ebendas. XIX, 1782, Mai, und XXII, 1783, Mars) und der Marq. de Brézé (Opusculi scelti sulle scienze e sulle arti, Milano, 4. VII,) hatten noch andere Vorschläge zu Eudiometern. Die meisten der frühern Vorschläge finden sich geordnet in J. Fr. Gmelin Programma de aëris vitiosi exploratione, Gotting. 1791, 4.

Reinigung der verdorbenen Luft. Schon Stephan Hales hatte eine Maschine angegeben, die verdorbene Luft in eingeschlossenen Räumen mit frischer zu verwechseln. (Hamb. Magazin, II, St. 1, p, 25 ff.) Zu eben diesen Zwecken schlugen die Engländer Desaguliers (Philosoph. Transact. Nr. 737, Art. 1, 2, 3,; Course of Exp. Phil. Vol. II, p, 563 u. s. w.) und Sutton (An historical Account of a new method for extracting the foul air of soups etc. by Samuel Sutton, 8.; die zweite Auflage ist von 1749) mechanische Vorrichtungen vor. Die letzte Maschine wurde auch von D. Mead (Philosoph Transact. Nr. 462, Art. 12) und Watson (Philosoph. Transact. Nr. 463) beschrieben. Bigot de Marogues reichte der Akademie der Wissenschaften zu Paris ein Memoire ein, worin er Mittel vorschlug, die Luft auf Schiffen zu reinigen, welche meistens darauf hinaus gingen, die Luft öfters zu erneuern, und möglichste Reinlichkeit auf den Schiffen zu befördern. Der (mir unbekannte) Herausgeber des neuen Hamburg. Magazins hat im 85sten Stück, p. 88, Mittel vorgeschlagen, die Luft in Treibhäusern, Zimmern, Gefängnissen und Schiffen durch Wärme, und Ausführung der alten Luft vermittelst der Verdünnung zu erneuern.

C Fr. Ehmsen (Dissert. de aëre corupto eiusque remediis, Gott. 1789, 8.), Ludwig (Kleinere Schriften der Leipziger ökonomischen Societät in der Michaelsmesse, 1778, Friedrichsstadt, 8.) und B. Rush (Medical inquiries and observations, Philadelphia, 8, II, 1793, Abhandl. VIII,) gaben Vorschläge zur Besserung des Luftkreises überhaupt; Guyton Morveau (Journal de Physique, I, 1773, Juin; Gazette de sante 1773; Traité des moyens de désinfecter l'air de prevenir, la contagion, et d'en arreter les progrès, p. J. P. Guyton Morveau, an- 9. (1801); eine Uebersetzung hievon hat Dr. C. H Pfaff, Kopenhagen 1802 herausgegeben) und Sellier (Hushålnings-Journal, Stockholm, 8. för Februarius, År 1783) zur Reinigung verdorbener Luft in Häusern; van Marum (Nieuwe allgem. Kunst-en Letterb. nr. 156, 1796 nr. 3, Nov. 1797), de Lyle de S. Martin (Journal de Physique etc. XXXIII, 1788, Sept), ein Ungenannter (Anzeige von der ökonomischen Societät, nebst Auszügen aus der bei derselben eingelaufenen halbjährigen Nachrichten, Dresden, 8. auf die Michaelismesse. 1774), Achard (Nouv. Mémoir. de l'Académ. à Berlin, pour l'ann. 1778; Samm-

lung physik. und chem. Abhandl. p. 137 — 140) und le Roi (Mémoir. de l'Acad. à Paris, pour l'ann. 1780) schlagen Mittel vor, die Luft in Zimmern zu reinigen, welches Changeux (Journal de Physique, 1777, Mars) und Graf von Morozzo durch frische grüne Gewächstheile zu bewirken trachteten, W. H. S. Buchholz (Act. Acad. scientiar. util. quae Erfurti est, ann. 1794 et 1795, 4. 1796, Abh. 7.) Mittel, wie sie in Gefängnissen; de Bory (Mémoir. de l'Acad. des scienc. à Paris, pour l'ann. 1780) wie sie in innern Schiffsräumen; Gren (Crell's neueste Entdeck. in d. Chemie, Th. VII, 1783, p. 108, 109) wie sie in Kellern, die mit gährenden Getränken angefüllt sind, gereinigt und verbessert; Fr. X. v. Wasserberg (Von dem Nutzen und der Weise die Luft rein zu halten, Wien 1772, 8.) wie sie überhaupt, Maret wie sie in Krankenhäusern rein erhalten, Fr. Alex. v. Humboldt (chemische Annalen für 1795, II, St. 8, p. 106 — 109, u. 1796, II, St. 9, p. 197 — 210; von Moll Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, Salzburg, 8. II, 1798, p. 193 — 233) wie die Gefahr, die der Bergmann von verdorbenen Grubenluft läuft, abgewandt, Guthrie (Philosoph. Transact. LXIX, for the Year 1779, Th 2), Banau (bei J. J. Gardane Gazette de santé, Ann. 1775) und Andere (ebendas. 1773, 1776) wie Leute, die durch solche verdorbene Luft in Gefahr gerathen, wieder hergestellt werden können; zu gleichem Endzwecke hat auch Voigt eine Geräthschaft bekannt gemacht (Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. X, H. 3, p. 94 ff.), und Fougeroux de Bondaroy gezeigt, wie der Gefahr von den Ausdünstungen der Abtritte in grofsen Städten vorgebeugt werden kann.

Die Erfahrungen über die einzelnen Reinigungsmethoden können erst in der Anwendungsnote bei den verschiedenen zur Reinigung angewandten Mitteln aufgeführt werden; eben so werden die einzelnen Eudiometer bei den verschiedenen eudiometrischen Mitteln geschichtlich behandelt, und die letztern in Hinsicht auf ihre Tauglichkeit geprüft werden. Hier nur noch ein paar allgemeine Worte über die Schwierigkeiten in der Luftgütemefskunst überhaupt.

Der Chemiker hat noch kein Reagens, das ihm die der Gesundheit am meisten schädlichen Miasmen aller Art anzeigte; das, was man daher bis auf unsere Zeiten von der Eudiometrie mit einiger Hoffnung erwarten durfte, ist allein, dafs sie uns den Gehalt einer bestimmten Luftmenge an Sauerstoff durch Körper, die eine gröfsere Affinität zu diesem haben, als das Stickgas, anzeige. Wie wenig wir aber selbst in Hinsicht auf diesen beschränkten Zweck genügende Resultate hoffen dürfen, zeigt die Berthollet'sche Widerlegung der alten Ansicht die Affinitäten, wodurch dieser Chemiker zeigt, dafs die zusammengebrachten Körper sich nicht in dem einfachen Verhältnisse ihrer Affinitäten, sondern in dem zusammengesetzten der Affinitäten und Massen vermischen. Man mufs es demnach schon aufgeben, das absolute Quantum an Sauerstoffgas mit Gewifsheit ausmitteln zu wollen, und sich mit der Erforschung des relativen begnügen. Letztere wäre auch gewissermafsen zum Gebrauche hinlänglich, wenn sich nur nicht auch ihr grofse Schwierigkeiten in den Weg stellten. Es kann nemlich das Stickgas etwas von dem verbrennenden Körper auflösen, wodurch sein Umfang vermehrt, oder etwas von ihm kann von dem verbrennenden Körper absorbirt werden, wodurch sein Umfang vermindert wird; es kann die Veränderung der Temperatur gar leicht

die Affinitäten verändern; wird die zu untersuchende Luft mit Wasser gesperrt, so kann davon etwas verdampfen, und das Volumen der Luft vermehren, oder es kann sich Wasser aus der Luft niederschlagen, und den entgegengesetzten Fehler hervorbringen; sperrt man mit Quecksilber, welches nur bei einigen eudiometrischen Substanzen möglich ist, so kann die Luft eine sehr ungleiche Feuchtigkeit haben, welches aber für die Resultate der Versuche nicht gleichgültig ist, da die Erfahrung lehrt, dafs die Feuchtigkeit viele langsame Verbrennungen sehr befördert; auch die Veränderung des Drucks ist höchst wahrscheinlich nicht ohne allen Einflufs auf die Affinitäten, besonders aber auf die Verdampfung der Sperrflüssigkeit, und die in derselben befindliche Luft. Es folgt aus allem diesen, dafs für jede Veränderung des Barometers und Thermometers mehr als eine Correction nöthig ist; und wenn auch einige dieser Correctionen meistens äufserst unbedeutend sein können; so sind manche nur um so beträchtlicher.

Alles was hier im Allgemeinen gesagt ist, wird sich um so deutlicher zeigen, wenn man die Critik der einzelnen eudiometrischen Mittel bei diesen nachsehen will.

Vor dem Gebrauche der Abhandlungen über die allgemeiner verbreiteten Potenzen bittet man noch nachstehende Druck- oder Schreibfehler zu verbessern.

An Statt Cavendisch lese man immer Cavendish.
— Cruikschank -- -- -- Cruikshank.

Im ersten Bande.

P. II	Z. 15	lese man an Statt	Untersuchung : Unternehmung.
P. IX	Z. 2	— —	ankommen : umkommen.
P. X	Z 21	— —	Phaenomenogie : Phaenomenogonie.
P. 90	Z. 9	— —	10,00 : 10000.
P. 90	Z. 19	— —	1 : 4,749 : 4,749 : 1.
P. 101	Z. 39	— —	Aufhängen : Auffangen.
P. 103	Z. 36	— —	0,088 : 9,088.
P. 111	Z. 30	streiche man 63 weg.	
P. 147	Z. 18	lese man an Statt	4156,3 : 4756,3
P. 147	Z. 24	— —	45 : 54.
P. 147	Z. 24	— —	20293 : 20193.
P. 173	letzte Zeile	— —	S. 148 und 149 : S. 133 und 134.
P. 195	Z. 9	— —	Therm : Term.
P. 195	Z. 21	— —	99586073 : 9,9586073.
P. 211	Z 19	— —	Kälte : Wärme.
P. 226	Z. 2	— —	2′ : 2″
P. 272	Z. 32	setze man hinter 3,906 hinzu : Loth.	
P. 276	Z. 24	lese man an Statt	Rolcens : Kolbens.
P. 276	Z. 31	setze man hinter $2a^2$ hinzu : . 28, welches man durch die Verdoppelung der Grundfläche = $2a^2$	
P. 276	Z. 32	setze man hinter erhalten hinzu : kann.	
P. 278	Z. 25	setze man vor Dampfarten hinzu : verglichene.	
P. 278	Z. 14	lese man an Statt	6 1/4 : 6 3/4.
P. 283	Z. 3	— —	Fig. 4 : Fig. 3.
P. 292	Z. 9	— —	von gleichem Theile : von gleichen Theilen.
P. 301	Z. 3	— —	4 Zoll : 4/10 Zoll.
P. 311	Z. 8	— —	73 1/2 : 73 1/4.
P. 312	letzte Zeile	— —	20 : 120.
P. 318	Z. 3	— —	Fig. 1 : Fig. 3.
P. 329	Z. 9	setze man hinter stören hinzu : die Röhre	
P. 342	Z. 34	lese man an Statt	Gas : Glas.
P. 352.	Z 8	— —	ihm : ihn.
P. 403	Z. 14	— —	Ueberzung : Ueberzug.
P. 416	Z. 17	— —	gesichert : geschiehet.
P. 442	Z. 27	— —	22 : 2,2
P. 464	Z. 1	— —	36 1/4 : 63 1/4.
P. 465	Z. 15	— —	eingesaugt : einsaugt.
P. 468	Z. 8	— —	1/74 : 1/14.
P. 481	Z. 6	— —	Sauerstoffgas : Wasser.
P. 485	Z. 27	— —	124 : 1,4.
P. 488		setze man unter Z. 14 als Ueberschrift des Folgenden hinzu : Oxydirtes Stickgas und Feuer.	
P. 493	Z. 22	lese man an Statt	16 1/2 : 10 1/2.
P. 500	Z. 17	— —	0,90 : 0,06.
P. 508	Z. 12	— —	dephlogistisirter : phlogistisirter.
P. 517	Z 17	— —	Sauerstoffgas : Wasser und Sauerstoffgas.
P. 541	Z. 13	— —	insorno : intorno.

In dem zweiten Bande.

P. 3	Z. 1	lese man an Statt	I : V.
P. 13	Z. 22	— —	Nomporeils : Nonpareils.
P. 13	Z. 32	— —	Cacette : Facettes.

P. 53 Z. 17 lese man an Statt weniges : weinichtes.

P. 61 Z. 21 streiche man 11 Zoll weg.

P. 63 Z. 12 lese man an Statt Culers : Eulers.

P. 72 Z. 1 — — absorbirt : nicht absorbirt.

P. 160 Z. 8 — — Fig. 3 : Fig. 3a

P. 160 letzte Z. — — Fig. 4 : Fig. 3b.

P. 168 Z. 2 — 1/57.

P. 178 Z. 16 — an Statt Kohlensäure : Kohle.

P. 191 Z. 36 — — vermindern : verhindern.

P. 197 Z. 27 — — $\frac{4032}{y} : \frac{4032.5}{y}$

P. 197 Z. 30 — — $\frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{y} : \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{4030}$

P. 199 Z. 10 — — = : = Y

P. 199 Z. 11 — — $\log. \frac{f}{y} : \log. \frac{f}{Y}$

P. 199 Z. 11 — — $\left(\frac{f}{y} . \frac{f}{y}\right) : \left(\frac{f}{Y} : \frac{f}{y}\right)$

P. 199 Z. 12 — — (log. y — : (log. y — log. Y.

P. 190 Z. 29 setze man hinter Linie, hinter d x = —

P. 200 Z. 21 lese man an Statt $\frac{r}{m} : \frac{1}{m}$

P. 200 Z. 10 — — Picord : Picard.

P. 203 Z. 41 — — $\frac{1206}{0,1250807} : \frac{1209}{0,1250807}$

P. 208 Z. 13 — — 1000 : 10000.

P. 208 Z. 16 — — $\pm \frac{147}{a} : + 147.$

P. 208 Z. 20 — — $\frac{80}{215186} : \frac{80}{215.186}$

P. 208 Z. 27 — — = 45 : — 45.

P. 215 Z. 18 setze man hinter sich hinzu : nach ihm.

P. 215 Z. 31 lese man an Statt 3189 : 4198.

P. 216 Z. 10 — — 228 : 228 1/4.

P. 221 Z. 27 — — das e : das c.

P. 221 Z. 29 — — 202 : 215.

P. 223 Z. 15 — — Taf. III : Taf. XIII.

P. 241 Z. 30 — — $\frac{b\,m\,(g\,n)}{a\,h + g \cdot m} : \frac{b\,m\,(g - n)}{a\,h + g\,m}$

P. 242 Z. 30 — — 6 Zoll : b Zoll.

P. 243 Z. 26 — — 9 : g.

P. 274 Z. 21 — — halbe : hohle.

P. 280 Z. 27 — — 1 : 19 : 19 : 1.

P. 306 Z. 7 — — r : r.

P. 320 Z. 26 — — Fig. B : Fig. 9.

P. 329 letzte Z. — — Taf. XVI : Taf. XVII.

P. 334 Z. 33 — — sicheren : höhern.

P. 337 Z. 19 — — unten : oben.

P. 343 Z. 41 — — Gelenum : Galenum.

P. 345 Z. 41 — — 180 : 80.

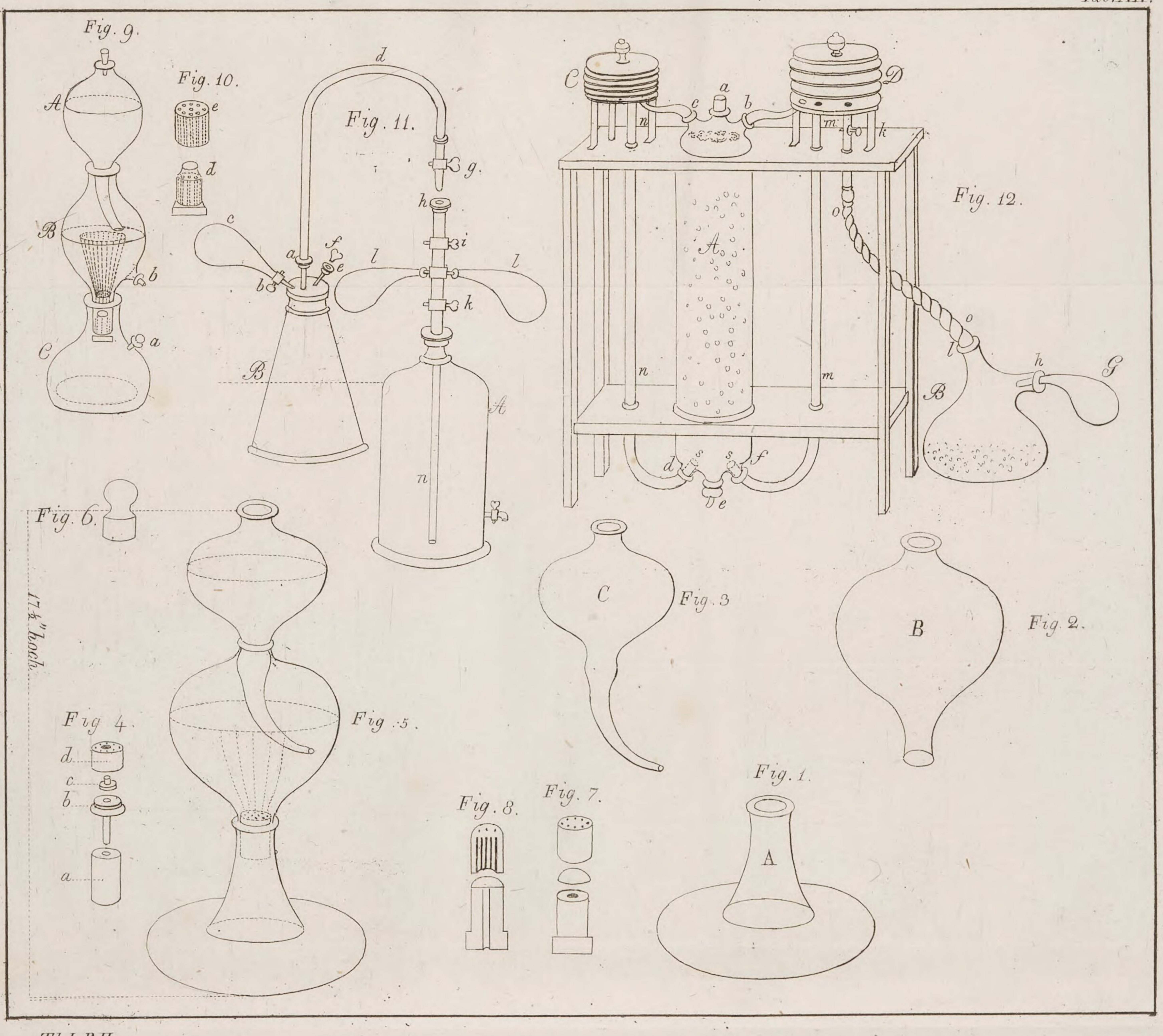
P. 349 Z. 8 — — Elektrometern : Thermometern.

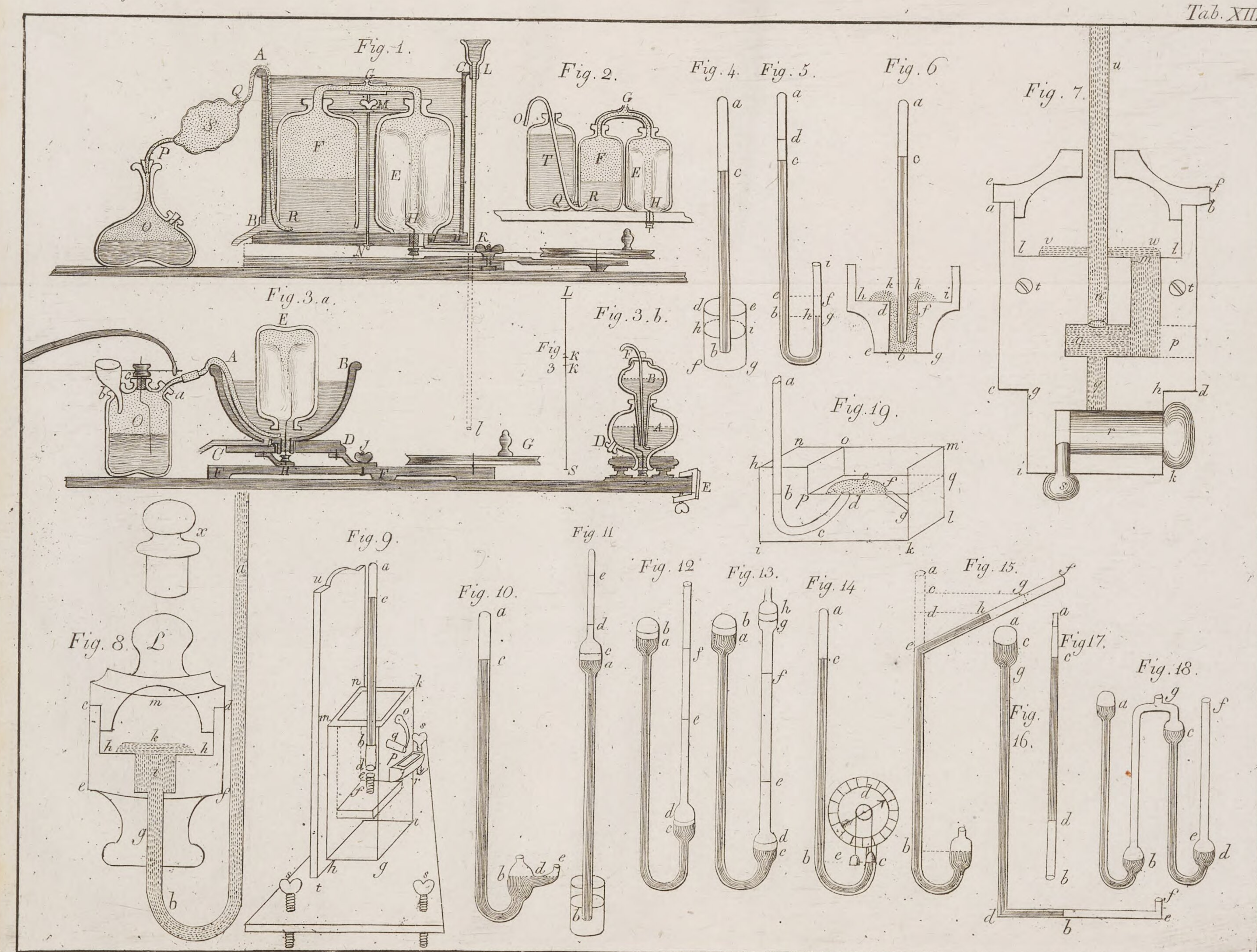
P. 358 Z. 21 — — Ingrane : Ingram.

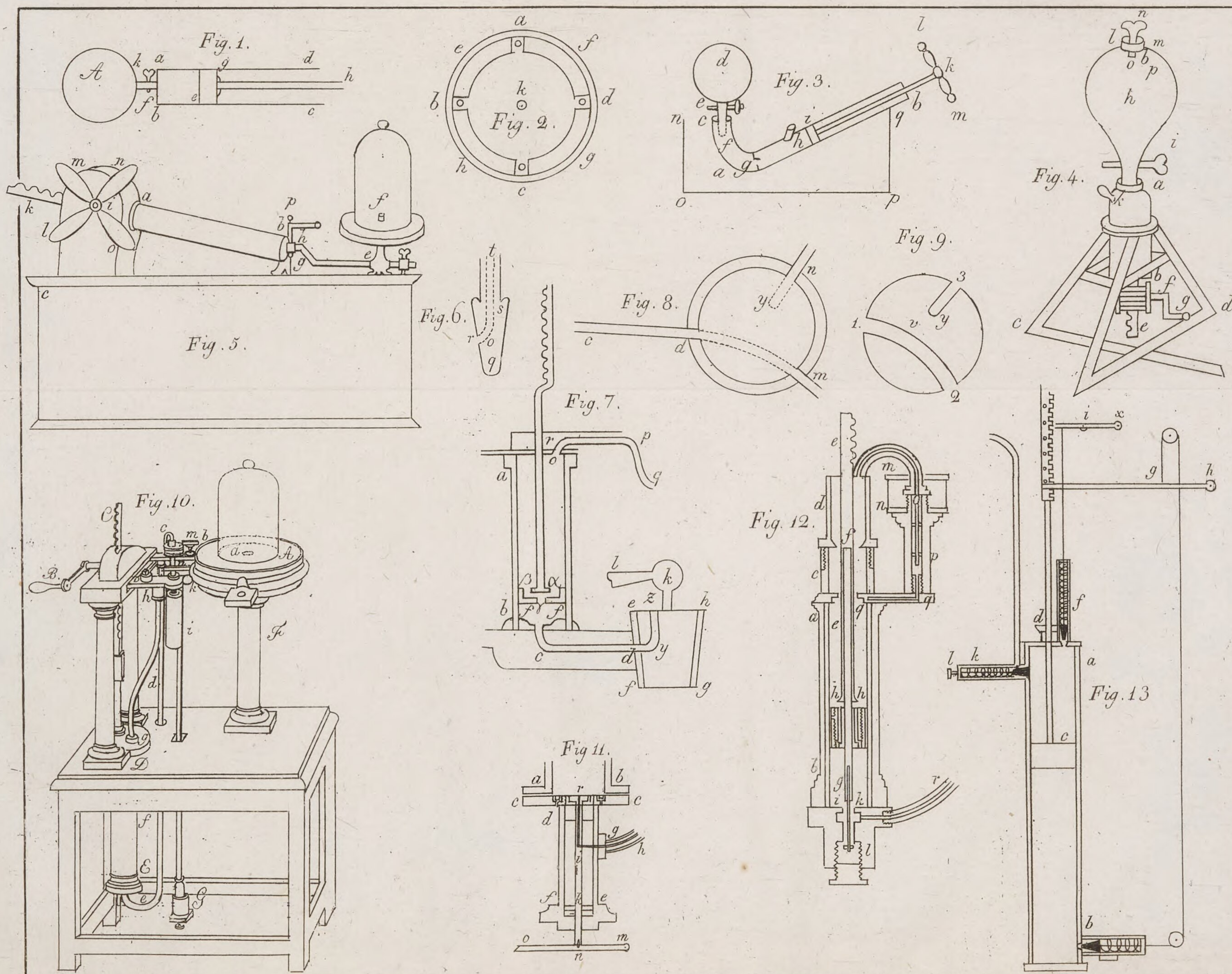
P. 364 Z. 40 — — Gygrometrie : Hygrometrie.

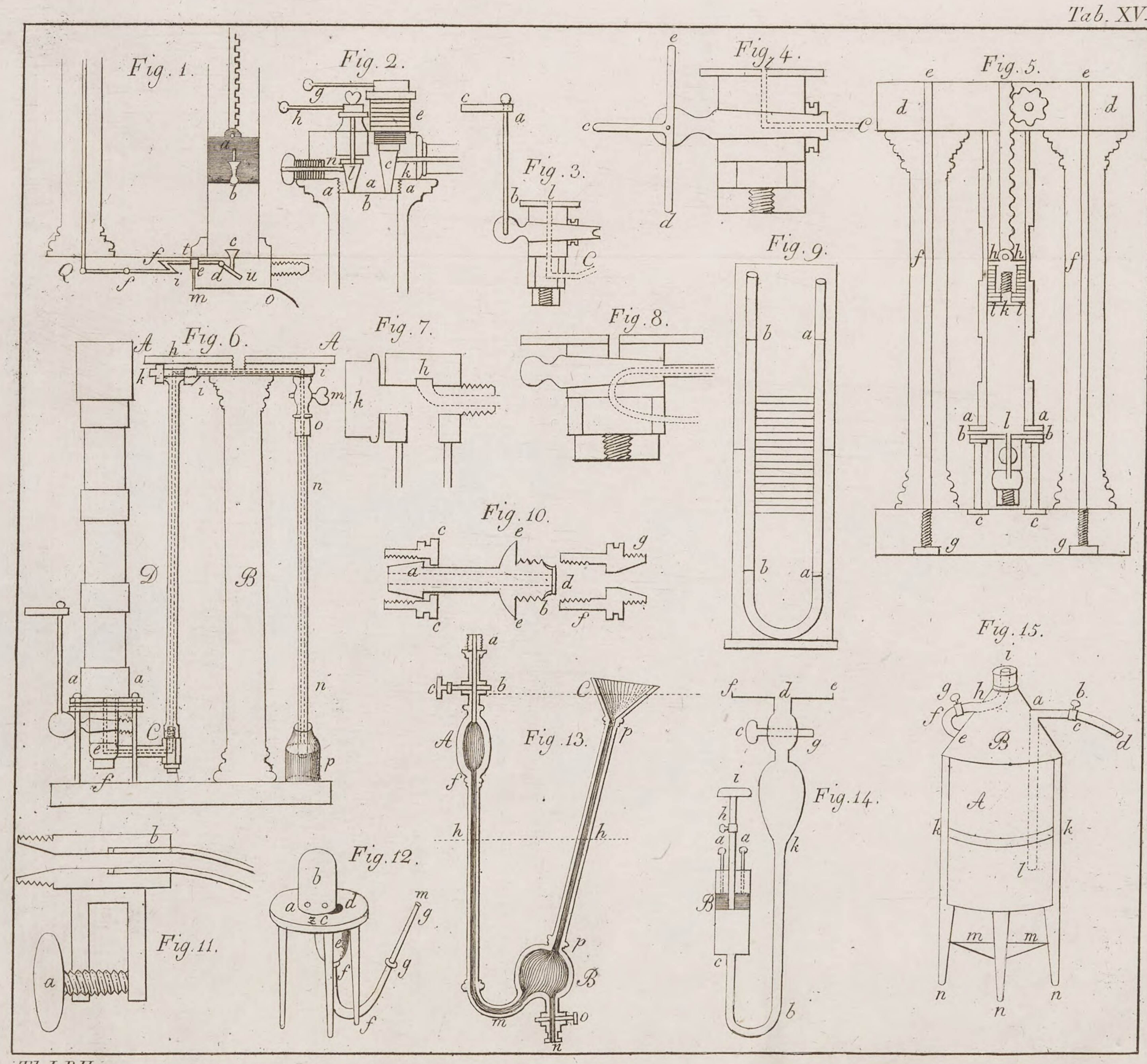
P. 364 Z. 41 setze man hinter verdienen hinzu : indessen.

P. 366 Z. 22 lese man an Statt grade : Grade.

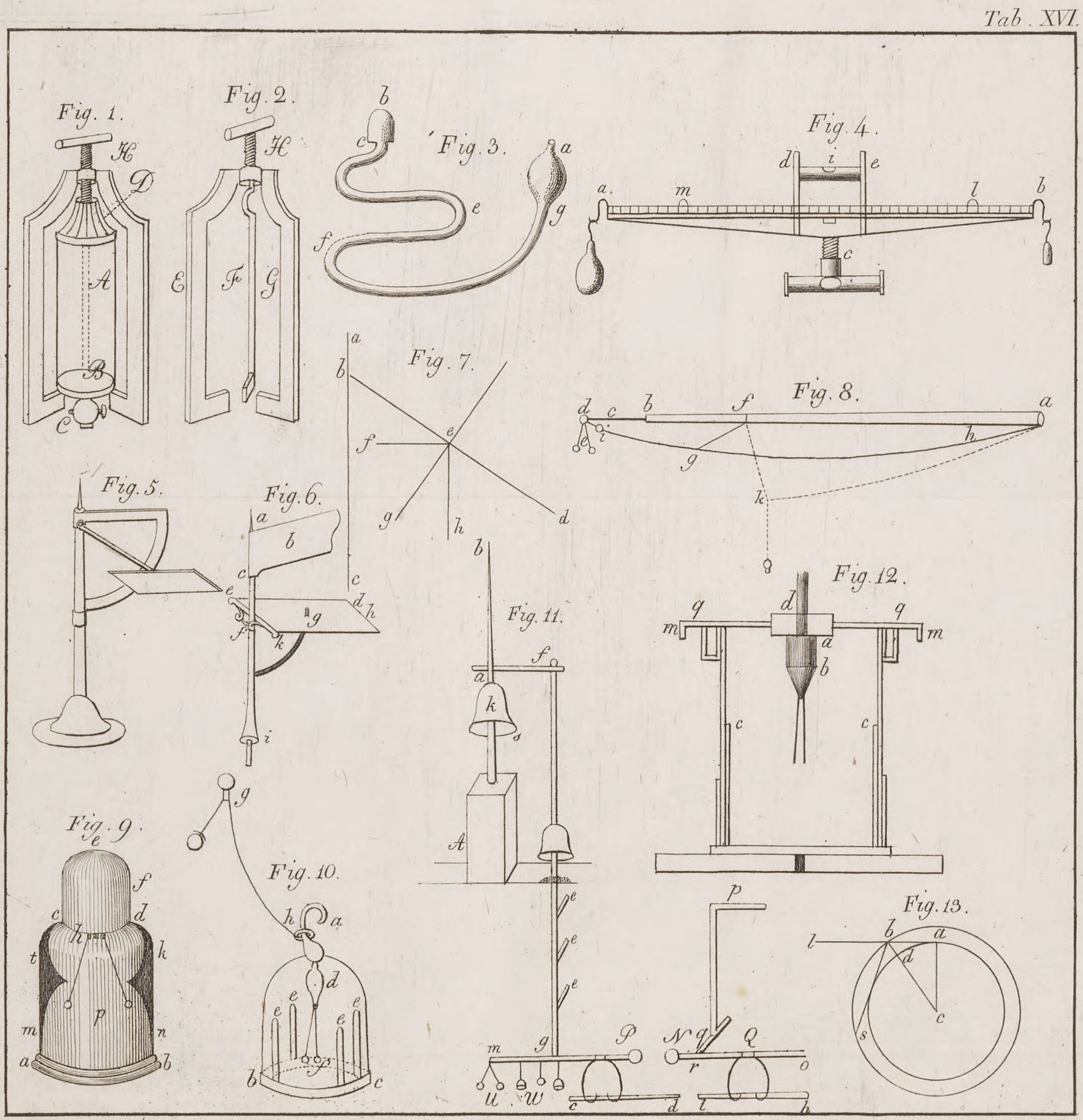

Fig. 9.
A
B
b
C
a
Fig. 10.
e
d
Fig. 11.
d
c
a
f
b
e
g
h
i
l
l
k
B
A
n
Fig. 12.
C
D
a
c
b
n
m
k
A
o
o
l
h
G
B
n
m
d
s
s
f
e
Fig. 6.
17¼" hoch.
Fig 4.
d
c
b
a
Fig 5.
C
Fig. 3
B
Fig. 2.
Fig. 1.
A
Fig. 8.
Fig. 7.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3. a.
Fig. 3. b.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13.
Fig. 14
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig 17.
Fig. 18.
Fig. 19.

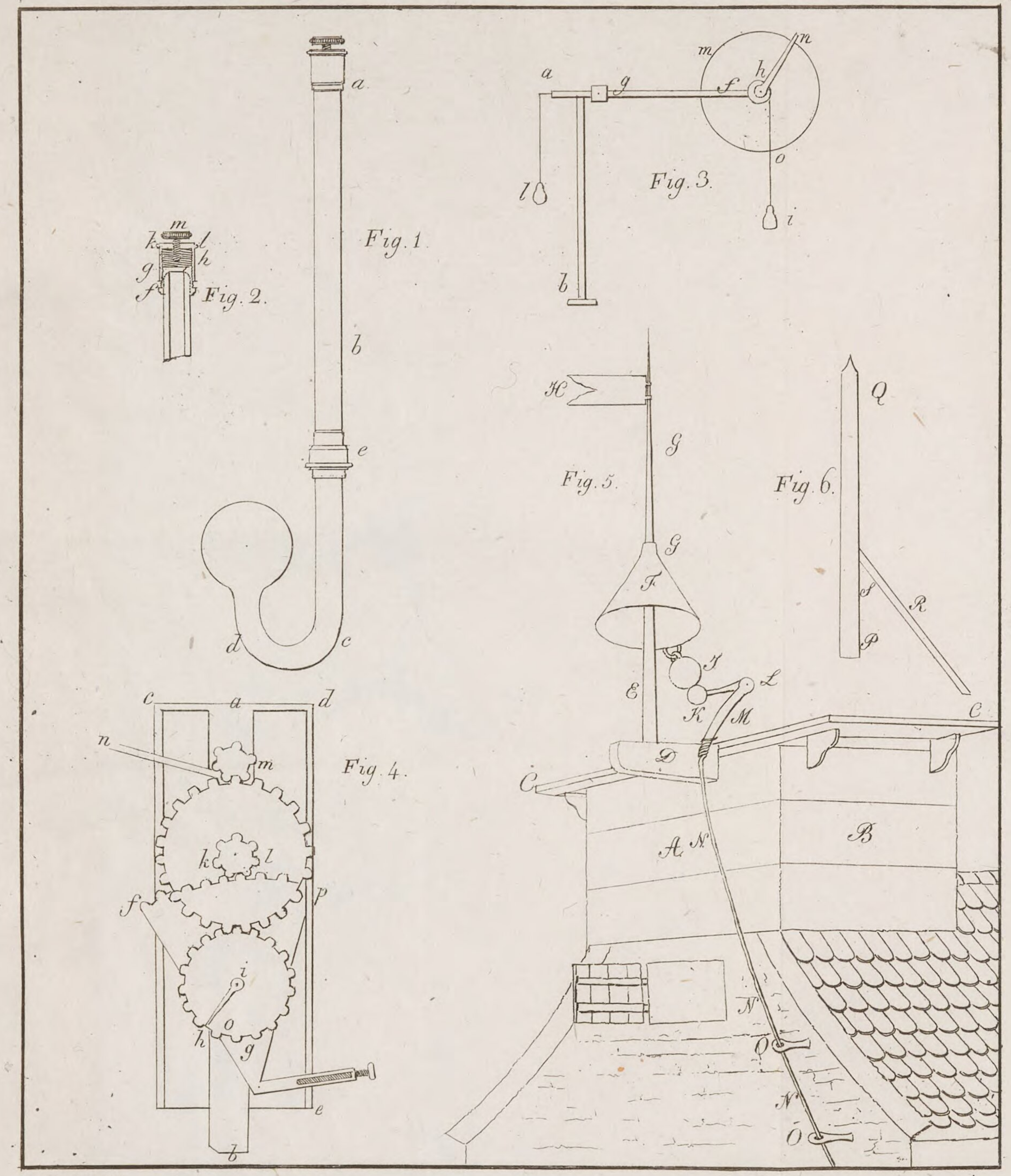

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig 13.
Fig. 14.
Fig. 15.

Tab. XVI.



Thl. B II.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.

Schmidt-Phiseldeck, Ludwig <<von>>,

Systematische Darstellung aller Erfahrungen über allgemeiner verbreitete Potenzen

Bd.: 2

Arau (1807)

4 Phys.g. 105-1,2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10057816-7